



*Prarancangan Pabrik Hexamine
dengan Proses Leonard
Kapasitas 25.000 Ton/Tahun*

TUGAS AKHIR

PRARANCANGAN PABRIK *HEXAMINE* DARI AMONIA DAN FORMALIN DENGAN PROSES LEONARD KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN



Oleh :

Devinta Rachmawati Anggraeni I 0505024

Lydia Eka Fitri I 0505040

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2010**



Halaman Pengesahan

TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK *HEXAMINE*
DARI AMONIA DAN FORMALIN
DENGAN PROSES LEONARD
KAPASITAS 25.000 TON / TAHUN

Oleh :

Devinta Rachmawati Anggraeni

NIM. I 0505024

Lydia Eka Fitri

NIM. I 0505040

Dosen pembimbing

Endang Kwartiningsih, S.T., M.T

NIP. 19730306 199802 2 001

Dipertahankan di depan Tim Penguji :

1. Ir. Endah Retno D., M.T

NIP. 19690719 200003 2 001

2. Ir. Nunik Sri W., M.Si

NIP. 19560811 198601 2 001

1.

2.

Disahkan

Ketua Jurusan

Teknik Kimia

Ir. Arif Jumari, M.Sc.

NIP. 19650315 199702 1 001



KATA PENGANTAR

Segala puji hanya bagi Allah SWT, hanya karena Rahmat dan Hidayah-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul “ Prarancangan Pabrik *Hexamine* dari Amonia dan Formalin dengan Proses Leonard Kapasitas 25.000 ton/tahun”.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh banyak bantuan baik berupa dukungan moral maupun spiritual dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Arif Jumari M.Sc., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia FT UNS.
2. Endang Kwartiningsih S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan bantuannya dalam penulisan tugas akhir.
3. Ir. Rusdiansjah dan Ir. Arif Jumari M.Sc., selaku Pembimbing Akademis.
4. Segenap Civitas Akademika, atas segala bantuannya.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis membuka diri terhadap segala saran dan kritik yang membangun. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.

Surakarta, April 2010

Penyusun



DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| Halaman Judul | i |
| Lembar Pengesahan | ii |
| Kata Pengantar | iii |
| Daftar Isi | iv |
| Daftar Tabel | xi |
| Daftar Gambar | xiii |
| Intisari | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik..... | 1 |
| 1.2 Penentuan Kapasitas Perancangan | 2 |
| 1.2.1 Data Impor Produk..... | 3 |
| 1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku | 4 |
| 1.2.3 Kapasitas Minimum Pabrik <i>Hexamine</i> | 5 |
| 1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik | 6 |
| 1.3.1 Faktor Primer | 7 |
| 1.3.2 Faktor Sekunder | 9 |
| 1.4 Tinjauan Pustaka | 11 |
| 1.4.1 Macam-macam Proses | 11 |
| 1.4.2 Kegunaan Produk | 14 |
| 1.4.3 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk | 15 |
| 1.4.4 Tinjauan Proses Secara Umum | 19 |



| | | |
|--------|---|----|
| BAB II | DESKRIPSI PROSES..... | 21 |
| 2.1 | Spesifikasi Bahan Baku dan Produk | 21 |
| 2.1.1 | Spesifikasi Bahan Baku | 21 |
| 2.1.2 | Spesifikasi Produk | 22 |
| 2.2 | Konsep Proses | 23 |
| 2.2.1 | Dasar Reaksi | 23 |
| 2.2.2 | Mekanisme Reaksi | 23 |
| 2.2.3 | Kondisi Operasi | 24 |
| 2.2.4 | Tinjauan Termodinamika | 25 |
| 2.2.5 | Tinjauan Kinetika | 27 |
| 2.3 | Diagram Alir Proses dan Tahapan Proses | 28 |
| 2.3.1 | Diagram Alir Proses | 28 |
| 2.3.2 | Tahapan Proses | 32 |
| | 2.3.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku..... | 32 |
| | 2.3.2.2 Tahap Pembentukan <i>Hexamine</i> | 32 |
| | 2.3.2.3 Tahap Pemurnian dan Penyimpanan Produk... | 33 |
| 2.4 | Neraca Massa dan Neraca Panas | 34 |
| 2.4.1 | Neraca Massa | 34 |
| 2.4.2 | Neraca Panas | 42 |
| 2.5 | Lay Out Pabrik dan Peralatan..... | 46 |
| 2.5.1 | Lay Out Pabrik..... | 46 |
| 2.5.2 | Lay Out Peralatan | 49 |



| | |
|--|----|
| BAB III SPESIFIKASI PERALATAN PROSES | 52 |
| 3.1 Tangki Penyimpan Amonia | 52 |
| 3.2 Tangki Penyimpan Formalin..... | 53 |
| 3.3 Silo Penyimpanan <i>Hexamine</i> | 54 |
| 3.4 Reaktor-01..... | 54 |
| 3.5 Reaktor-02..... | 56 |
| 3.6 <i>Evaporator</i> -01 | 58 |
| 3.7 <i>Evaporator</i> -02..... | 60 |
| 3.8 <i>Centrifuge</i> | 61 |
| 3.9 <i>Dryer</i> | 61 |
| 3.10 <i>Ejector</i> -01..... | 62 |
| 3.11 <i>Ejector</i> -02..... | 63 |
| 3.12 <i>Barometric Condenser</i> -01 | 64 |
| 3.13 <i>Barometric Condenser</i> -02..... | 64 |
| 3.14 <i>Expander</i> | 65 |
| 3.15 <i>Screw Conveyor</i> | 65 |
| 3.16 <i>Belt Conveyor</i> | 65 |
| 3.17 <i>Bucket Elevator</i> | 66 |
| 3.18 Pompa-01 | 67 |
| 3.19 Pompa-02 | 67 |
| 3.20 Pompa-03 | 68 |
| 3.21 Pompa-04 | 69 |



| | |
|--|-----------|
| 3.22 Pompa-05 | 70 |
| 3.23 Pompa-06 | 71 |
| 3.24 <i>Preheater</i> -01(HE-01) | 71 |
| 3.25 <i>Cooler</i> (HE-02) | 72 |
| 3.26 <i>Preheater</i> -02(HE-03) | 74 |
| BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM | 76 |
| 4.1 Unit Pendukung Proses | 76 |
| 4.1.1 Unit Pengadaan Air | 77 |
| 4.1.1.1 Air Pendingin | 79 |
| 4.1.1.2 Air Umpan Boiler | 81 |
| 4.1.1.3 Air Konsumsi umum dan Sanitasi | 85 |
| 4.1.2 Unit Pengadaan <i>Steam</i> | 86 |
| 4.1.3 Unit Pengadaan Udara Tekan | 88 |
| 4.1.4 Unit Pengadaan Listrik | 89 |
| 4.1.5 Unit Pengadaan Bahan Bakar | 95 |
| 4.1.6 Unit Refrigerasi | 96 |
| 4.2 Laboratorium | 99 |
| 4.2.1 Laboratorium Fisik | 101 |
| 4.2.2 Laboratorium Analitik | 101 |
| 4.2.3 Laboratorium Penelitian dan Pengembangan | 101 |
| 4.2.4 Prosedur Analisa Bahan Baku | 101 |
| 4.2.5 Prosedur Analisa Produk | 102 |
| 4.2.6 Analisa Air..... | 103 |



| | | |
|---------------------------------|--|-----|
| 4.3 | Unit Pengolahan Limbah | 104 |
| BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN..... | | 106 |
| 5.1 | Bentuk Perusahaan | 106 |
| 5.2 | Struktur Organisasi | 107 |
| 5.3 | Tugas dan Wewenang | 110 |
| 5.3.1 | Pemegang Saham | 110 |
| 5.3.2 | Dewan Komisaris | 111 |
| 5.3.3 | Dewan Direksi | 111 |
| 5.3.4 | Staf Ahli | 113 |
| 5.3.5 | Penelitian dan Pengembangan (Litbang) | 113 |
| 5.3.6 | Kepala Bagian | 114 |
| 5.3.7 | Kepala Seksi | 118 |
| 5.4 | Pembagian Jam Kerja Karyawan | 118 |
| 5.4.1 | Karyawan <i>Non Shift</i> | 118 |
| 5.4.2 | Karyawan <i>Shift</i> | 119 |
| 5.5 | Status Karyawan dan Sistem Upah | 121 |
| 5.4.1 | Karyawan Tetap | 121 |
| 5.4.2 | Karyawan Harian | 121 |
| 5.4.3 | Karyawan Borongan | 121 |
| 5.6 | Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji | 121 |
| 5.6.1 | Penggolongan Jabatan | 121 |
| 5.6.2 | Jumlah Karyawan dan Gaji | 122 |
| 5.7 | Kesejahteraan Sosial Karyawan | 125 |



| | |
|---|-----|
| BAB VI ANALISIS EKONOMI | 127 |
| 6.1 Penaksiran Harga Peralatan | 127 |
| 6.2 Dasar Perhitungan | 130 |
| 6.3 Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI) | 130 |
| 6.4 Hasil Perhitungan | 132 |
| 6.4.1 <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI) | 132 |
| 6.4.2 <i>Working Capital Investment</i> (WCI) | 133 |
| 6.4.3 <i>Total Capital Investment</i> (TCI) | 133 |
| 6.4.4 <i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC) | 133 |
| 6.4.5 <i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC) | 134 |
| 6.4.6 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC) | 134 |
| 6.4.7 <i>Total Manufacturing Cost</i> (TMC) | 135 |
| 6.4.8 <i>General Expense</i> | 135 |
| 6.4.9 <i>Total Production Cost</i> (TPC) | 135 |
| 6.4.10 Perhitungan Keuntungan | 135 |
| 6.5 Analisis Kelayakan | 136 |
| 5.4.1 <i>Persent Return On Investment</i> (ROI)..... | |
| | 136 |
| 5.4.2 <i>Pay Out Time</i> | 137 |
| 5.4.3 <i>Break Even Point</i> (BEP) | 138 |
| 5.4.4 <i>Shutdown Point</i> (SDP) | 139 |
| 5.4.5 <i>Discounted Cash Flow</i> (DCF)..... | 140 |



| | | |
|----------------------|------------------|-----|
| 6.1 | Pembahasan..... | 143 |
| 6.2 | Kesimpulan | 143 |
| Daftar Pustaka | | xv |
| Lampiran | | |



INTISARI

Devinta Rachmawati Anggraeni dan Lydia Eka Fitri, 2010, Prarancangan Pabrik Hexamine dari Amonia dan Formalin dengan Proses Leonard, Kapasitas 25.000 ton/tahun. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Hexamine banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan peledak dan sebagai bahan baku antiseptik. Selain itu juga banyak digunakan di bidang industri seperti resin digunakan sebagai *curing agent*, karet digunakan sebagai *accelerator* yaitu agar karet menjadi elastis, tekstil digunakan sebagai *shrink-proofing agent* dan untuk memperindah warna, makanan digunakan sebagai bahan fungisida dan serat selulosa digunakan untuk menambah elastisitas. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang masih harus diimpor dari luar negeri dan adanya peluang ekspor yang masih terbuka, maka dirancang pabrik *hexamine* dengan kapasitas 25.000 ton/tahun dengan bahan baku amonia 13.000 ton/tahun, dan formalin 90.000 ton/tahun. Pabrik direncanakan berdiri di Palembang, Sumatra Selatan pada tahun 2015.

Reaksi pembentukan *hexamine* dari amonia dan formalin merupakan reaksi homogen fase cair. Reaksi berlangsung di dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) pada suhu 40 °C dan tekanan 16 atm dengan waktu tinggal dalam reaktor selama 16 menit dan menggunakan koil sebagai pendingin. Konversi reaksi sebesar 98% terhadap formalin. Produk yang dihasilkan adalah hexamine dengan kadar 99,93%. Tahapan proses meliputi persiapan bahan baku amonia dan formalin, pembentukan *hexamine* di dalam reaktor, dan pemurnian produk. Pemurnian produk dilakukan didalam *evaporator*, *centrifuge*, dan *rotary dryer*.

Unit pendukung proses pabrik meliputi unit pengadaan air, *steam*, udara tekan, tenaga listrik, air dingin (*refrigeration unit*) dan bahan bakar. Pabrik juga didukung laboratorium yang mengontrol mutu bahan baku dan produk serta limbah buangan pabrik yang berupa limbah cair. Limbah cair berasal dari kondensat *evaporator* yang diolah dalam unit pengolahan limbah dengan terlebih dahulu dilewatkan dalam *stripper* untuk menghilangkan kandungan NH_3 .

Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT), dengan struktur organisasi *line and staff*. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan *shift* dan *non-shift*.

Dari hasil analisis ekonomi diperoleh, ROI (*Return on Investment*) sebelum dan sesudah pajak sebesar 51,65% dan 38,74%, POT (*Pay Out Time*) sebelum dan sesudah pajak selama 1,62 dan 2,05 tahun., BEP (*Break Even Point*) 42,86%, dan SDP (*Shutdown Point*) 27,72%. Sedangkan DCF (*Discounted Cash Flow*) sebesar 24,48%. Jadi dari segi ekonomi pabrik tersebut layak untuk didirikan.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Seiring dengan perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) berkembang pula industri-industri, khususnya industri kimia. Kehadiran industri kimia menunjang kehidupan manusia, baik di bidang kesehatan, keamanan maupun pendidikan.

Hexamethylenetetramine (HMTA) atau biasa disebut sebagai *hexamine* merupakan salah satu produk industri kimia yang sangat penting bagi kehidupan. Selama Perang Dunia ke II bahan ini banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan *cyclonite* yang mempunyai daya ledak sangat tinggi. Setelah masa perang usai, bahan peledak ini masih diperlukan untuk keperluan pertahanan dan keamanan dan industri pertambangan. *Hexamine* banyak digunakan juga dalam berbagai bidang antara lain: bidang kedokteran (bahan baku antiseptik), industri resin (*curing agent*), industri karet (*accelerator* yaitu agar karet menjadi elastis), industri tekstil (*shrink-proofing agent* dan untuk memperindah warna), industri serat selulosa (menambah elastisitas), dan pada industri buah digunakan sebagai fungisida pada tanaman jeruk untuk menjaga tanaman dari serangan jamur. (Kent, J.A., 1974)

Melihat banyaknya kegunaan *hexamine* dalam berbagai bidang dan perkembangan industri di Indonesia yang memanfaatkan produk ini sebagai bahan baku, maka pendirian pabrik ini sangat dibutuhkan.



Selain itu, secara tidak langsung pendirian pabrik *hexamine* diharapkan :

1. Dapat memenuhi kebutuhan permintaan *hexamine* di dalam negeri sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap negara lain, dan dapat menghemat devisa negara.
2. Dapat memacu pertumbuhan industri-industri hulu khususnya yang memproduksi formalin dan amonia, serta memacu pertumbuhan industri-industri hilir yang menggunakan *hexamine* sebagai bahan baku maupun bahan pembantu.
3. Dapat meningkatkan devisa negara dari sektor non-migas bila hasil produk *hexamine* diekspor.
4. Dapat menciptakan lapangan kerja baru bagi masyarakat dan dapat menunjang pemerataan pembangunan serta dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat.

1.2. Penentuan Kapasitas Perancangan Pabrik

Penentuan kapasitas produksi pabrik *hexamine*, didasarkan pada beberapa pertimbangan, antara lain:

1. Data impor produk
2. Ketersediaan bahan baku
3. Kapasitas pabrik yang sudah ada

1.2.1. Data Impor Produk

Penentuan kapasitas perancangan pabrik *hexamine* didasarkan dari kebutuhan dari tahun ke tahun di Indonesia. Berdasarkan data dari Badan Pusat



Statistik, kebutuhan impor *hexamine* di Indonesia cukup besar. Dari tabel di bawah ini dapat diketahui data impor *hexamine* di Indonesia.

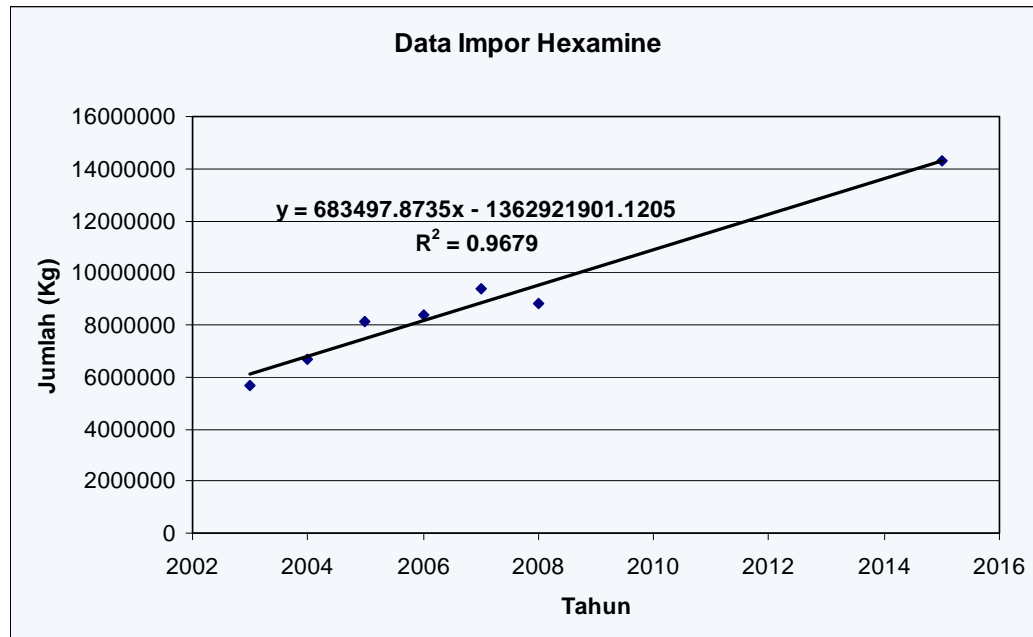
Tabel 1.1 Data Impor *Hexamine* di Indonesia

| No | Tahun | Jumlah (Ton) |
|----|-------|---------------|
| 1. | 2003 | 5.669 |
| 2. | 2004 | 6.683 |
| 3. | 2005 | 8.113 |
| 4. | 2006 | 8.373 |
| 5. | 2007 | 9.367 |
| 6. | 2008 | 8.792 |

(Badan Pusat Statistik, 2008)

Pada tabel 1.1 dapat dilihat impor *hexamine* cenderung mengalami kenaikan seiring dengan berkembangnya industri kimia di Indonesia.

Dari data impor tabel 1.1 di atas, kemudian dilakukan regresi linier untuk mendapatkan kecenderungan kenaikan impor *hexamine* dan untuk memperkirakan impor *hexamine* pada tahun 2015 di Indonesia. Data impor dan regresi linier untuk data impor ditunjukkan dalam gambar 1.1.



Gambar 1.1 Grafik Hubungan Data Impor *Hexamine* dengan Tahun

Kenaikan impor *hexamine* sesuai dengan persamaan garis lurus :

$$\text{Impor} = 683497,8735 \times \text{tahun} - 1362921901,1205$$

Dari persamaan tersebut dapat dihitung besarnya impor *hexamine* pada tahun 2015 adalah sebesar 14.326,314 ton/ tahun.

Dengan prediksi kebutuhan *hexamine* di atas maka ditetapkan perancangan kapasitas pabrik sebesar 25.000 ton/tahun dengan pertimbangan untuk pemenuhan kebutuhan dalam negeri. Kelebihan produksi dialokasikan untuk ekspor di kawasan Asia, seperti: Filipina, Singapura, China, India, dan Pakistan, yang juga masih membutuhkan *hexamine*, serta tidak menutup kemungkinan untuk diekspor di kawasan lainnya.

1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku untuk memproduksi *hexamine* adalah amonia dan formalin. Kebutuhan amonia 13.000 ton/tahun dapat dipenuhi dari PT Pupuk Sriwidjaja,



Palembang dengan rata – rata kapasitas produksi amonia 4,0 juta ton/tahun dan untuk kebutuhan sendiri 1,3 juta ton/tahun. Karena kebutuhan formalin yang cukup banyak sekitar 90.000 ton/tahun maka dipenuhi dari beberapa perusahaan yaitu PT Korindo Abadi, Kepulauan Riau dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun, PT Perawang Perkasa Indah, Kepulauan Riau dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun, dan PT Superin, Medan dengan kapasitas 40.000 ton/tahun.

1.2.3. Kapasitas Minimum Pabrik *Hexamine*

Kapasitas rancangan minimum pabrik *hexamine* dapat diketahui dari data kapasitas pabrik *hexamine* yang telah berdiri pada tabel 1.2.

Tabel 1.2 Daftar Pabrik Produsen *Hexamine* di Dunia

| No. | Nama Perusahaan | Lokasi | Kapasitas (ton/tahun) |
|-----|--|--------|--------------------------|
| 1. | New Tech Polymers India P. Ltd. | India | 18.000 |
| 2. | Jinan Sanhoos Trase Co.,Ltd. | China | 12.000 |
| 3. | Jinan Xingxing Auxiliary Agent Factory | China | 1.200 |
| 4. | Wuhan Chujiang Chemical Co.,Ltd. | China | 5.000 |
| 5. | Kanoria Chemicals & Ind. Ltd. | India | 20.000 |
| 6. | Sina Chemical Industrial | Iran | 25.000 |
| 7. | Jinan Xiangrui Chemical Co., Ltd. | China | 50.000 |

(Anonim, 2010)

Di Indonesia sudah berdiri pabrik *hexamine* yaitu PT Intan Wijaya International, Tbk yang merupakan anak perusahaan dari PT Pupuk Kaltim



dengan kapasitas produksi 8.000 ton/tahun yang berlokasi di Banjarmasin, Kalimantan Selatan. (PT Intan Wijaya Internasional Tbk, 2009)

Berdasarkan data di atas, kapasitas pabrik *hexamine* di dunia berkisar 1.200 – 50.000 ton/tahun, sehingga kapasitas perancangan minimum pabrik *hexamine* yang masih layak didirikan adalah 1.200 ton/tahun.

Pada prarancangan pabrik *hexamine* ini direncanakan berdiri pada tahun 2015, berkapasitas 25.000 ton/tahun, dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Prediksi kebutuhan dalam negeri (data impor *hexamine*) pada tahun 2015 adalah sebesar 14.326,314 ton/ tahun.
2. Kebutuhan dunia akan *hexamine* semakin besar sehingga perlu didirikan *plant* baru.
3. Kelebihan kebutuhan dalam negeri akan digunakan untuk kebutuhan ekspor di kawasan Asia.

1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik akan sangat mempengaruhi dalam penentuan kelangsungan produksi serta laba yang diperoleh. Idealnya, lokasi yang dipilih harus dapat memberikan kemungkinan perluasan atau pengembangan pabrik dan memberikan keuntungan untuk jangka panjang. Beberapa faktor yang harus dipertimbangkan untuk menentukan lokasi pabrik agar secara teknis dan ekonomis pabrik yang didirikan akan menguntungkan antara lain sumber bahan baku, pemasaran, penyediaan tenaga listrik, penyediaan air, jenis transportasi,



kebutuhan tenaga kerja, tinggi rendahnya pajak, keadaan masyarakat, karakteristik lokasi, dan kebijaksanaan pemerintah.

Pabrik *hexamine* direncanakan akan didirikan di Palembang, Sumatera Selatan. Pemilihan ini dimaksudkan untuk mendapat keuntungan secara teknis dan ekonomis. Adapun keuntungan dipilihnya lokasi di Palembang adalah adanya faktor-faktor berikut :

1.3.1. Faktor primer

1.3.1.1 Bahan baku

Bahan baku amonia yang diperlukan berasal dari PT Pupuk Sriwidjaja di kota Palembang dengan kapasitas 4,0 juta ton/tahun yang merupakan penghasil amonia terbesar dan pabrik pupuk tertua di Indonesia. Kebutuhan amonia pabrik ini pertahunnya sekitar 1,3 juta ton/tahun, maka PT Pupuk Sriwidjaja dapat memenuhi kebutuhan bahan baku amonia sebesar 13.000 ton/tahun.

Kebutuhan formalin sebesar 90.000 ton/tahun dapat dipenuhi dari PT Korindo Abadi, Kepulauan Riau dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun. PT Perawang Perkasa Indah, Kepulauan Riau dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun. PT Superin, Medan dengan kapasitas produksi 40.000 ton/tahun.

Untuk meningkatkan efektivitas kerja dan menekan biaya produksi maka pemilihan kota Palembang sebagai lokasi pendirian pabrik adalah tepat.

1.3.1.2 Pemasaran

Pemasaran produk *hexamine* untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang tersebar di daerah Jawa, Sumatera, Kalimantan, dan daerah lain di Indonesia.



Pemasaran dalam negeri dapat langsung diserap oleh PT Pindad (Jawa Barat) sebagai pabrik pembuat bahan peledak dan PT Erela (Semarang) sebagai pabrik pembuatan obat. Jika kebutuhan dalam negeri sudah dapat dipenuhi maka pemasaran diarahkan ke internasional.

1.3.1.3 Utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah listrik, air, udara tekan dan bahan bakar. Untuk penyediaan air ini dapat diperoleh dari Sungai Musi. Sedangkan bahan bakar sebagai sumber energi dapat diperoleh dengan membeli dari Pertamina dan untuk listrik didapat dari PLN dan penyediaan generator sebagai cadangan.

1.3.1.4 Tenaga kerja

Tenaga kerja yang dibutuhkan banyak tersedia baik tenaga ahli, menengah, maupun sebagai buruh. Sehingga kebutuhan tenaga kerja dianggap mudah untuk dicukupi. Tenaga ahli juga dapat didatangkan dari luar negeri jika diperlukan.

1.3.1.5 Transportasi dan Komunikasi

Palembang merupakan kawasan industri, maka transportasi dan komunikasi di daerah Palembang, Sumatera Selatan cukup baik. Dalam hal ini diharapkan arus bahan baku dan produk dapat berjalan dengan lancar. Transportasi baik darat, laut, maupun udara cukup baik dan mudah diperoleh di daerah Palembang.



1.3.2. Faktor Sekunder

1.3.2.1 Limbah Buangan Pabrik

Buangan limbah cair yang mengandung larutan kimia diolah terlebih dahulu di *waste water treatment* sebelum dialirkan ke sungai. Sungai yang digunakan sebagai buangan air limbah setelah diolah adalah Sungai Musi.

1.3.2.2 Kebijakan Pemerintah

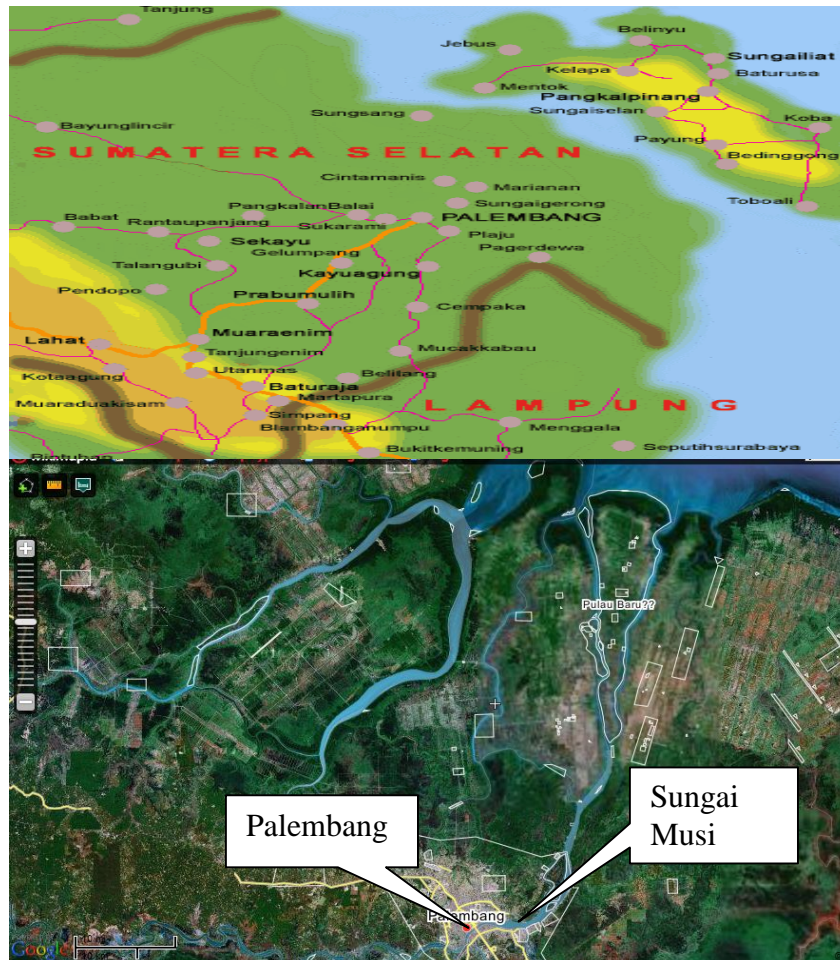
Palembang merupakan kawasan industri yang ditetapkan pemerintah dan berada dalam teritorial Negara Indonesia sehingga secara geografis pendirian pabrik di kawasan tersebut tidak bertentangan dengan kebijakan pemerintah.

1.3.2.3 Tanah dan Iklim

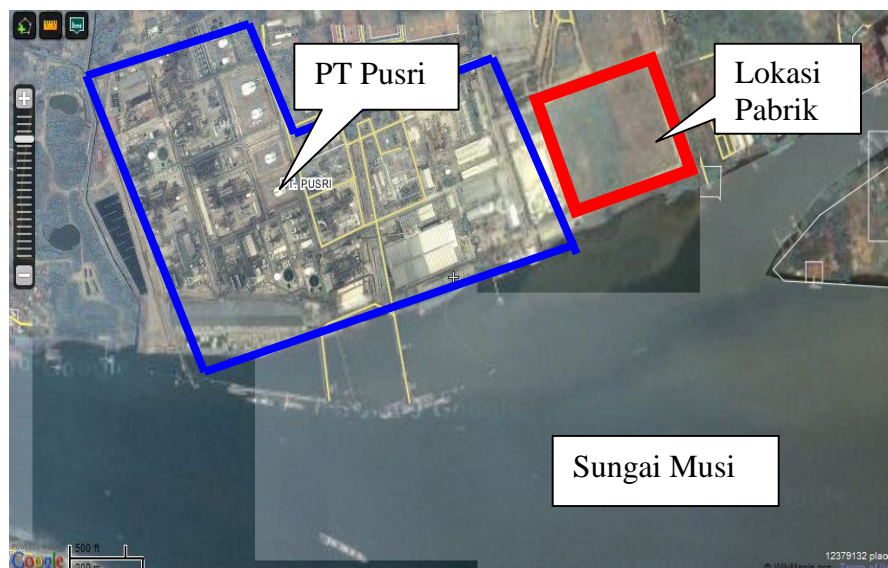
Palembang mempunyai daerah yang relatif luas 102,47 km² sehingga memungkinkan adanya perluasan pabrik di masa yang akan datang. Kondisi iklim di Palembang seperti iklim di Indonesia pada umumnya dan tidak membawa pengaruh yang besar terhadap jalannya proses produksi.

1.3.2.4 Keadaan Masyarakat

Masyarakat di daerah industri akan terbiasa untuk menerima kehadiran suatu pabrik di daerahnya, selain itu masyarakat juga akan dapat mengambil keuntungan dengan pendirian pabrik ini, antara lain dengan adanya lapangan kerja yang baru maupun membuka usaha kecil di sekitar lokasi pabrik.



Gambar 1.2 Peta Provinsi Sumatera Selatan



Gambar 1.3 Peta Lahan Pendirian Pabrik Hexamine



1.4. Tinjauan Pustaka

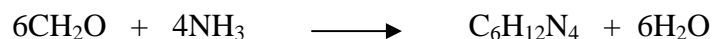
Hexamine merupakan produk dari reaksi antara amonia dan formalin dengan menghasilkan air sebagai produk samping.

1.4.1. Macam-macam proses

Dalam pembuatan *hexamine* secara komersial dengan bahan baku amonia dan formaldehid dikenal 3 (tiga) macam proses, yaitu :

a. Proses Meissner

Proses ini pertama kali dikembangkan oleh Firtz Meissner pada tahun 1938 di Jerman Barat. Bahan baku yang digunakan adalah gas amonia dan gas formaldehid. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Formaldehid dialirkan dari tangki formaldehid masuk ke dalam reaktor bersama amonia. Reaksi yang terjadi sangat cepat sehingga yang mengontrol kecepatan reaksi adalah kecepatan pembentukan kristal *hexamine*. Pada proses ini panas reaksi yang terjadi pada reaktor digunakan untuk menguapkan air hasil reaksi. Reaktor dalam proses ini didesain sangat khusus, karena selain sebagai tempat reaksi antara gas amonia dan gas formaldehid juga digunakan sebagai *evaporator* dan kristaliser. Reaktor berjumlah dua buah dan saling berhubungan dengan suhu reaksi 20-30°C. untuk menjaga suhu reaksi digunakan gas *inert* ataupun dengan pengaturan tekanan total saat campuran dalam reaktor mendidih. Hal ini untuk mengurangi kebutuhan pendingin. Produk *hexamine* keluar reaktor dengan konsentrasi 25 – 30 %. Dengan adanya panas yang terbentuk, *hexamine* dapat dikristalkan langsung dengan reaktor. Uap dalam reaktor dikondensasikan



sedangkan bahan *inert* serta impuritas seperti metanol dibuang dari bagian atas reaktor seperti *waste gas*. Gas ini masih mengandung hidrogen 18 – 20 % dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Dari reaktor produk masuk ke dalam *centrifuge* untuk dicuci dengan air kemudian dikeringkan dan dipasarkan. Konversi dari proses ini adalah 97 % dan *yield* proses ini mencapai 95 %. (European Patent Office no. 0468353b)

b. Proses Leonard

Bahan baku yang digunakan dalam proses ini adalah amonia cair dan larutan formalin dengan konsentrasi 37 %. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



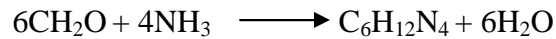
Reaksi berlangsung pada suhu 30 – 50°C dengan pH 7-8. Untuk mempertahankan suhu digunakan pendingin air. Larutan formalin yang mengandung metanol kurang dari 2 % diumpankan bersama dengan amonia cair ke dalam reaktor. Produk yang keluar dari reaktor kemudian masuk ke dalam *evaporator*. Di dalam *evaporator* terjadi penguapan sisa-sisa reaktan dan mulai terjadi proses pengkristalan. Produk keluar *evaporator* kemudian dimasukkan ke dalam *centrifuge* dan dikeringkan di *dryer*, setelah itu produk kemudian dikemas. Dengan proses ini dapat diperoleh *yield overall* sebesar 95 – 96 % berdasarkan reaktan formalin. (Kent, J. A., 1974)

Konversi dari reaksi pembuatan *hexamine* dari amonia dan formalin pada proses ini adalah 98 %. (Kermode & Stevens, 1965)



c. Proses AGF Lefebvre

Bahan baku yang digunakan dalam proses ini adalah larutan formalin bebas metanol sebesar 30-37 % berat dan gas anhidrat amonia. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Bahan baku formalin diumpankan ke dalam reaktor yang dilengkapi dengan pengaduk dan gas amonia anhidrat diumpankan secara pelan – pelan dari bagian bawah reaktor. Reaksi berlangsung dalam kisaran suhu 20 – 30°C dan merupakan reaksi eksotermis sehingga membutuhkan pendingin. Untuk menyempurnakan reaksi maka digunakan amonia berlebih. Produk yang keluar dari reaktor kemudian masuk ke dalam *vaccum evaporator*. Dalam *evaporator* bahan mengalami pemekatan dan pengkristalan. Kristal yang terbentuk dikumpulkan dibagian bawah *evaporator* yaitu di dalam *salt box* kemudian diumpankan kedalam *centrifuge* untuk memisahkan kristal *hexamine* dan air. Untuk memperoleh bahan dengan kemurnian yang tinggi, air yang masih banyak mengandung kristal *hexamine* (*mother liquor*) yang keluar dari *centrifuge* dikembalikan ke *evaporator*. Setelah itu produk dikeringkan dan dikemas. Dengan proses ini mempunyai konversi 97 % dan didapatkan *yield* sebesar 95 %. (Gupta, R. K., 1987)

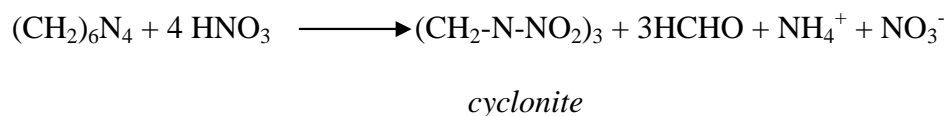
Dengan melihat ketiga macam proses di atas maka dalam prarancangan pabrik *hexamine* dipilih proses Leonard dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut :



- Reaksi yang berlangsung merupakan reaksi homogen fase cair sehingga penanganan lebih mudah jika dibandingkan dengan reaksi fase heterogen yaitu gas dan cair.
- Konversi yang dihasilkan cukup besar yaitu 98 % dan yield 95-96 % dibandingkan dengan proses Meissner yaitu konversi 97 % dan yield 95 % dan proses AGF Lefebvre yaitu konversi 97 % dan yield 95 %.

1.4.2. Kegunaan produk

Selain sebagai bahan baku pembuatan peledak (*cyclonite*) yaitu dengan mereaksikan dengan HNO_3 :



hexamine juga banyak digunakan dalam berbagai bidang antara lain :

- a. Dalam bidang kedokteran digunakan sebagai bahan antiseptik (anti bakteri) yang dikenal sebagai Urotropin.
- b. Dalam industri resin digunakan sebagai *curing agent* yaitu digunakan untuk memperbaiki struktur polimer.
- c. Dalam industri karet digunakan sebagai *accelerator* yaitu untuk mempercepat karet tervulkanisasi yaitu sifatnya berubah dari plastis menjadi elastis.
- d. Dalam industri tekstil digunakan sebagai *shrink-proofing agent* (untuk menjaga agar bentuk kain tetap) dan untuk memperindah warna.



- e. Dalam industri pembuatan serat selulosa digunakan sebagai bahan aditif yaitu untuk menambah elastisitas.
- f. Dalam industri buah digunakan sebagai fungisida pada tanaman jeruk.

(Kent, J. A., 1974)

1.4.3. Sifat-Sifat Fisik Dan Kimia

1. Amonia (NH_3)

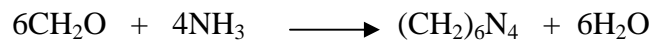
Sifat-sifat fisik :

| | |
|----------------------------|---|
| Berat molekul | : 17,03 kg/kg mol |
| Fase | : gas |
| Warna | : tak berwarna |
| Titik didih | : -33,35 °C (101,3 KPa) |
| Titik leleh | : -77,7 °C |
| <i>Specific heat</i> | : 2097,2 (0 °C) 2226,2 (100 °C) |
| Kelarutan dalam air (% wt) | : 42,8 (0 °C) 14,1 (60 °C) |
| <i>Specific gravity</i> | : 0,690 (-40 °C) 0,639 (0 °C) 0,590 (40 °C) |
| Berat jenis (% wt) | : 0,970 (8 °C) 0,618 (100 °C) |

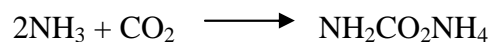


Sifat –sifat kimia:

- a. Amonia bereaksi dengan formaldehid menghasilkan *hexamethylenetetramine* dan air, reaksinya sebagai berikut :

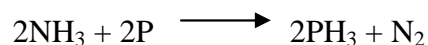


- b. Amonia stabil pada temperatur sedang, tetapi terdekomposisi menjadi hidrogen dan nitrogen pada temperatur yang tinggi, pada tekanan atmosfer dekomposisi terjadi pada 450 – 500°C.
- c. Oksidasi amonia pada temperatur yang tinggi menghasilkan nitrogen dan air.
- d. Reaksi antara amonia dan karbondioksida menghasilkan *ammonium carbamat*, reaksinya sebagai berikut :

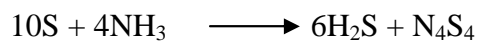


Ammonium carbamat kemudian terdekomposisi menjadi urea dan air.

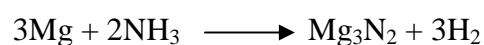
- e. *Ammonium* bereaksi dengan uap fosfor pada panas yang tinggi menghasilkan nitrogen dan *phospine*.



- f. Belerang dan ammonia anhidrat cair bereaksi menghasilkan hidrogen sulfit.

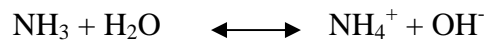


- g. Pemanasan amonia dengan logam yang reaktif seperti magnesium menghasilkan magnesium nitrit.





- h. Reaksi antara amonia dan air bersifat *reversibel*. Reaksinya sebagai berikut :



Kelarutan amonia turun dengan cepat dengan naiknya temperatur.

(Kirk & Othmer, 1998)

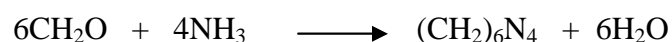
2. Formaldehid (CH₂O)

Sifat-sifat fisik :

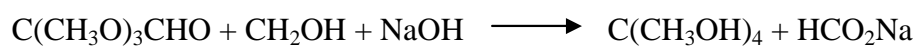
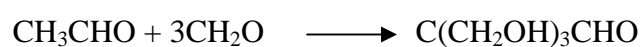
| | |
|------------------|--|
| Berat molekul | : 30,03 kg/kg mol |
| Fase | : gas |
| Berat jenis | : 0,8153 g/cm ³ (-20 °C) 0,9151 g/cm ³ (-80 °C) |
| Titik didih | : -19 °C (101,3 Kpa) |
| Titik cair | : -118 °C |
| Suhu kritis | : 137,2 – 141,2 °C |
| Tekanan kritis | : 6,784 – 6,637 Mpa |
| Entropi | : 218,8 J/mol.K |
| Panas pembakaran | : 561 KJ/mol |

Sifat –sifat kimia :

1. Bereaksi dengan amonia membentuk *hexamine* dan air



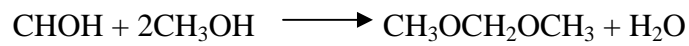
2. Bereaksi dengan asetaldehid pada fase cair membentuk *pentaeritriol*





3. Pada kondisi katalis asam dan fase cair formaldehid bereaksi dengan alkohol membentuk formals misalnya, dimetoksimetana dari metanol.

Reaksinya sebagai berikut :



(Kirk & Othmer, 1998)

3. Formalin (CH_2O)

Sifat-sifat fisik :

| | |
|-------------|--------------------------------|
| Fase | : cair |
| Bau | : tajam |
| Warna | : tak berwarna |
| Berat jenis | : 1,08 kg/L |
| Titik didih | : 96 °C |
| Titik cair | : -15 °C |
| Kemurnian | : 37 % |
| Impuritas | : 62,5 % H_2O |
| | : 0,5 % CH_3OH |

Sifat Kimia :

Bereaksi dengan amonia membentuk *hexamine* dan air :



(Anonim, 2009)

4. Hexamethylenetetramine ($(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$)

Sifat-sifat fisik :

| | |
|---------------|--------------------|
| Berat molekul | : 140,19 kg/kg mol |
|---------------|--------------------|



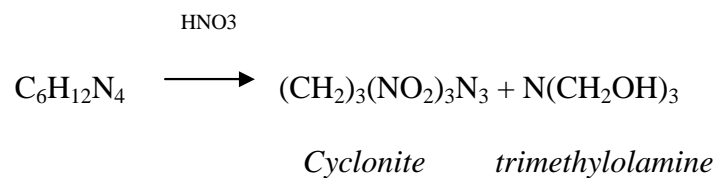
| | |
|-------------------------|------------------------------|
| Fase | : padat |
| Bentuk | : kristal |
| Warna | : putih dan berkilauan |
| <i>Specific gravity</i> | : 1,270 (25°C) |
| Titik didih | : 285-295 °C |
| Kelarutan dalam air | : 46,5 gr/100 gr air (25 °C) |
| | : 43,4 gr/100 gr air (70 °C) |

(Faith & Keyes, 1957)

Sifat kimia :

Pada reaksi nitrasi *hexamine* akan dihasilkan *cyclotrimethylenetrinitramine*, *hexigen* atau lebih populer dengan sebutan RDX yang mempunyai daya ledak tinggi.

Reaksi yang terjadi :



(wikipedia, 2010)

1.4.4. Tinjauan proses secara umum

Hexamine merupakan hasil reaksi antara amonia dan formalin. Secara umum kondisi operasi dari proses pembuatan *hexamine* adalah sebagai berikut:

| | |
|------------|----------|
| Tekanan | : 16 atm |
| Temperatur | : 40 °C |
| Konversi | : 98 % |



Mol ratio $\text{NH}_3 : \text{CH}_2\text{O}$: 2 : 3

Reaktor : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Fase reaksi : cair

(Kermode & Stevens, 1965)

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Tahap pembuatan *hexamine* secara garis besar adalah :

1. Penyediaan bahan baku

Merupakan tahap awal perlakuan bahan baku (reaktan) sebelum direaksikan di dalam reaktor, meliputi penyimpanan bahan dalam kondisi cair yaitu menggunakan kondisi bertekanan dan penyesuaian suhu.

2. Pembentukan produk

Merupakan tahap reaksi antara CH_2O dan NH_3 membentuk $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$ dan H_2O .

3. Pemurnian dan Pengkristalan Produk

Merupakan tahap penghilangan sisa – sisa reaktan yang masih ada dan pengkristalan produk.

4. Pengemasan dan Penyimpanan Produk.

Pengemasan dan penyimpanan disesuaikan dengan produk atau fase.



BAB II

DESKRIPSI PROSES

2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku

1. Formalin

| | |
|---------------|---|
| Rumus molekul | : CH_2O |
| Fase | : cair |
| Bau | : tajam |
| Warna | : tak berwarna |
| Berat jenis | : 1,08 kg/L |
| Titik didih | : 96 °C |
| Titik cair | : -15 °C |
| Kemurnian | : 37 % |
| Impuritas | : 62,5 % H_2O 0,5 % CH_3OH |

(PT Korindo Abadi, 2009)

2. Amonia

| | |
|---------------|-----------------|
| Rumus molekul | : NH_3 |
| Berat molekul | : 17 kg/kgmol |
| Fase | : cair |
| Bau | : tajam |



| | |
|-------------|---|
| Warna | : tak berwarna |
| Berat jenis | : 618 kg/m^3 (20°C) |
| Titik didih | : $-33,35^\circ\text{C}$ |
| Sifat | : larut dalam air |
| Kemurnian | : 99,5 % |
| Impuritas | : 0,5 % H_2O |

(PT Pupuk Sriwidjaja, 2009)

2.1.2. Spesifikasi Produk

1. Hexamine

| | |
|------------------|--|
| Rumus molekul | : $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$ |
| Berat molekul | : 140,19 kg/kgmol |
| Fase | : padat |
| Bentuk | : kristal |
| Warna | : putih |
| Ukuran butiran | : max $700 \mu\text{m}$ |
| Berat jenis | : $1,331 \text{ kg/m}^3$ |
| Titik leleh | : 200°C |
| Titik didih | : 280°C |
| Kelarutan di air | : 46,5 gr/100 gr air (25°C) 43,4 gr/100 gr air (70°C) |
| Kemurnian | : min 99,93 % |
| Impuritas | : max 0,01 % H_2O max 0,06 % impuritas lain |



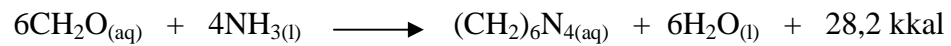
(Jinan Xiangrui Chemical Co., Ltd, 2009)

2.2 Konsep Proses

2.2.1 Dasar Reaksi

Proses pembuatan HMTA dengan bahan baku larutan formalin dan amonia cair dilakukan dalam reaktor tanpa menggunakan katalis.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

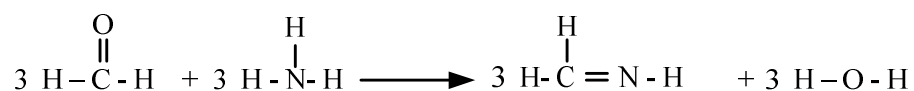


Dalam reaksi tersebut formalin melepas atom oksigen, sedangkan amonia melepas dua atom hidrogen dan membentuk produk samping yaitu H_2O . Reaksi ini berlangsung cepat sehingga tidak memerlukan katalis. (Kent, J. A., 1974)

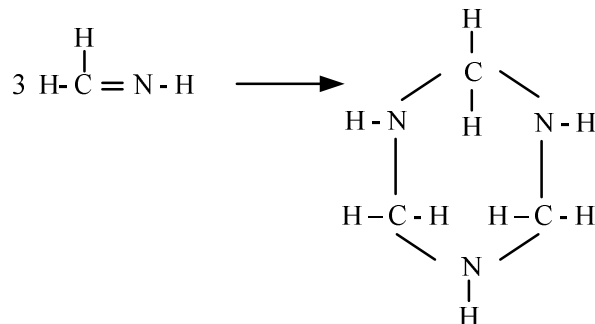
2.2.2. Mekanisme Reaksi

Reaksi diatas berlangsung dalam fase cair dengan tahapan sebagai berikut :

1. Mula – mula tiga molekul formalin bereaksi dengan tiga molekul amonia membentuk *methylenamine* dan melepas H_2O .

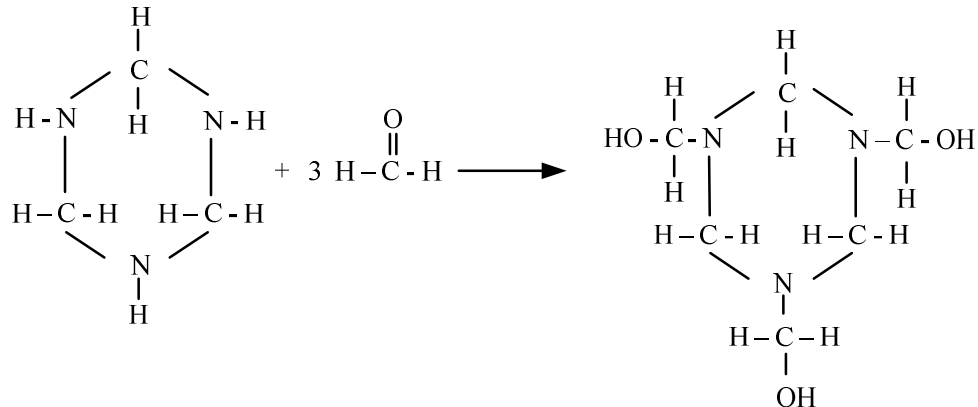


2. Tiga molekul *methylenamine* bereaksi membentuk *trimethylenetriamine*.

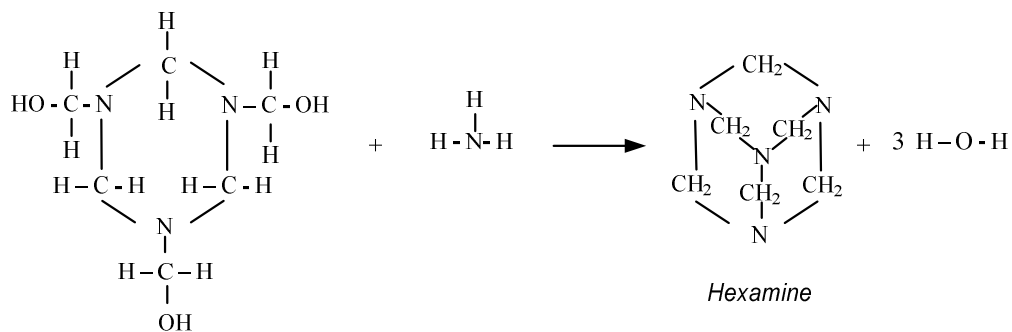




3. Kemudian molekul *trimethyleneamine* bereaksi dengan tiga molekul CH_2O membentuk *trimethyloltriamethylenetriamine*.



4. Akhirnya molekul *trimethyloltriamethylenetriamine* bereaksi dengan NH_3 dan melepaskan tiga molekul H_2O membentuk *hexamine*.



2.2.3. Kondisi Operasi

Kondisi operasi reaktor pada perancangan pabrik *hexamine* ini sebagai berikut :

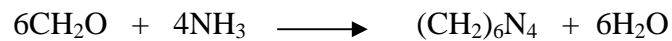
| | |
|--|--------------|
| Temperatur | : 40 °C |
| Tekanan | : 16 atm |
| Sifat reaksi | : eksotermis |
| Fase reaksi | : cair-cair |
| Perbandingan mol ($\text{CH}_2\text{O} : \text{NH}_3$) | : 3 : 2 |



2.2.4. Tinjauan Termodinamika

Tinjauan secara termodinamika ditujukan untuk mengetahui sifat reaksi (endotermis/eksotermis) dan arah reaksi (*reversible/irreversible*). Penentuan panas reaksi yang berjalan secara eksotermis atau endotermis dapat dihitung dengan perhitungan panas pembentukan standar (ΔH°_f) pada $P = 1 \text{ atm}$ dan $T = 298 \text{ K}$.

Reaksi yang terjadi :



Harga ΔH°_f masing-masing komponen pada suhu 298 K dapat dilihat pada tabel 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2.1 Harga ΔH°_f masing-masing Komponen

| Komponen | ΔH°_f , kJ/mol |
|-----------------------------|-----------------------------|
| CH_2O | -108,57 |
| NH_3 | -46,11 |
| H_2O | -285,83 |
| $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$ | 760,68 |

(Yaws, 1999)

$$\begin{aligned}\Delta H^\circ_r 298 \text{ K} &= \Delta H^\circ_f \text{ produk} - \Delta H^\circ_f \text{ reaktan} \\ &= [(\Delta H^\circ_f (\text{CH}_2)_6\text{N}_4) + (6 \times \Delta H^\circ_f \text{H}_2\text{O})] \\ &\quad - [(6 \times \Delta H^\circ_f \text{CH}_2\text{O}) + (4 \times \Delta H^\circ_f \text{NH}_3)] \\ &= (760,68 + (6 \times -285,83)) - ((6 \times -108,57) + (4 \times -46,11)) \\ &= -118,44 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

Karena harga $\Delta H^\circ_r 298 \text{ K}$ negatif, maka reaksi bersifat eksotermis.



Reaksi pembentukan *hexamine* merupakan reaksi *irreversible* (searah). Hal ini dapat dilihat dari nilai konstanta kesetimbangan (K).

Dari energi bebas Gibbs dari reaktan dan produk adalah :

Tabel 2.2 Harga ΔG°_f masing-masing Komponen

| Komponen | ΔG°_f , kJ/mol |
|--|-----------------------------|
| CH ₂ O | -109,9 |
| NH ₃ | -16,40 |
| H ₂ O | -228,6418 |
| (CH ₂) ₆ N ₄ | 410,80 |

(Yaws, 1999)

Persamaan :

$$\Delta G^\circ = \sum(n\Delta G^\circ_f) \text{ produk} - \sum(n\Delta G^\circ_f) \text{ reaktan}$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

(J.M. Smith and H.C. Van Ness, 1975)

maka :

$$K = \exp(-\Delta G^\circ/RT)$$

dengan :

ΔG° : Energi bebas Gibbs standard (kJ/mol)

T : Temperatur (K)

R : Tetapan gas ($8,314 \times 10^{-3}$ kJ/mol K)

K : Konstanta kesetimbangan pada 298 K

$$\Delta G^\circ = \sum(n\Delta G^\circ_f) \text{ produk} - \sum(n\Delta G^\circ_f) \text{ reaktan}$$

$$= (410,8 + (6 (-228,6418))) - (6 (-109,9) + 4(-16,40))$$



$$= -236,0508 \text{ kJ/mol}$$

$$K = \text{Exp}(236,0508 / (8,314 \cdot 10^{-3} \times 298)) \\ = 2,3846 \cdot 10^{41}$$

Dari persamaan :

$$\ln (K / K_1) = -(\Delta H_{298} / R) \times (1/T - 1/T_1)$$

(Smith & Van Ness, 1975)

dengan :

K_1 = Konstanta kesetimbangan pada temperatur tertentu

T_1 = Temperatur tertentu (K)

ΔH_{298} = Panas reaksi pada 298 K

Pada suhu $T_1 = 40^\circ\text{C} = 313 \text{ K}$ besarnya konstanta kesetimbangan dapat dihitung sebagai berikut :

$$\ln (K / K_1) = -(\Delta H_{298} / R) \times (1/T - 1/T_1)$$

$$\ln (2,3846 \cdot 10^{41} / K_1) = -(-118,44 / 8,314 \cdot 10^{-3}) \times ((1/298) - (1/313))$$

$$\ln (2,3846 \cdot 10^{41} / K_1) = 2,2909$$

$$(2,3846 \cdot 10^{41} / K_1) = 9,8845$$

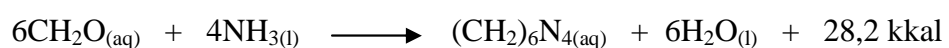
$$K_1 = K_{313} = 2,4125 \cdot 10^{40}$$

Nilai K_1 sangat besar maka reaksi dianggap berjalan searah atau *irreversibel*.

2.2.5. Tinjauan Kinetika

Persamaan Arrhenius untuk mencari konstanta kecepatan reaksi pembuatan *hexamine* adalah sebagai berikut :

Reaksi :





reaksi diatas merupakan reaksi orde 3 dengan persamaan kecepatan reaksi :

$$-r_A = kC_A^2C_B$$

dengan :

C_A = konsentrasi CH_2O (mol/L)

C_B = konsentrasi NH_3 (mol/L)

Persamaan kinetika :

$$k = 1,42 \times 10^3 \exp(-3090/T)$$

dengan :

k = konstanta kecepatan reaksi ($\text{L}^2/\text{detik.mol}^2$)

T = suhu (K)

(Kermode & Stevens, 1965)

maka pada kondisi operasi reaktor nilai k untuk $T = 313 \text{ K}$ adalah :

$$k = 0,073 \text{ L}^2/\text{detik.mol}^2$$

2.3. Diagram Alir Proses dan Tahapan Proses

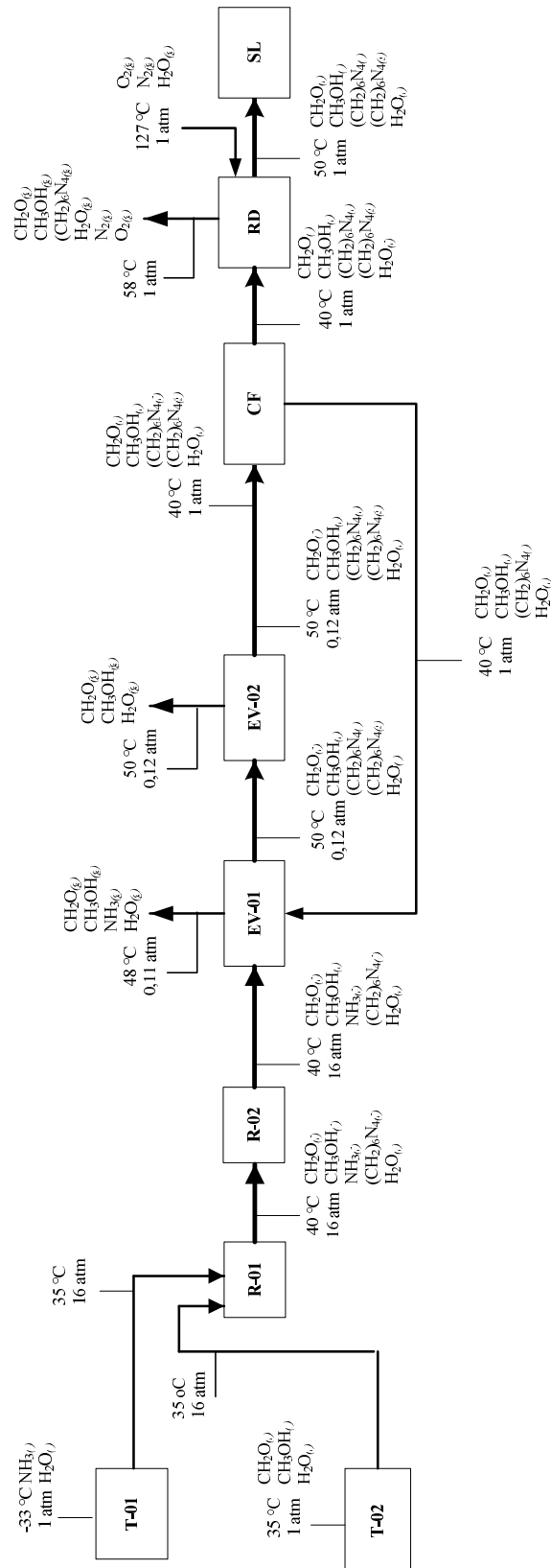
2.3.1 Diagram Alir Proses

Diagram alir ada tiga macam, yaitu :

- Diagram alir proses (terlampir)
- Diagram alir kualitatif (gambar 2.1) (dapat dilihat di halaman selanjutnya)
- Diagram alir kuantitatif (gambar 2.2) (dapat dilihat di halaman selanjutnya)



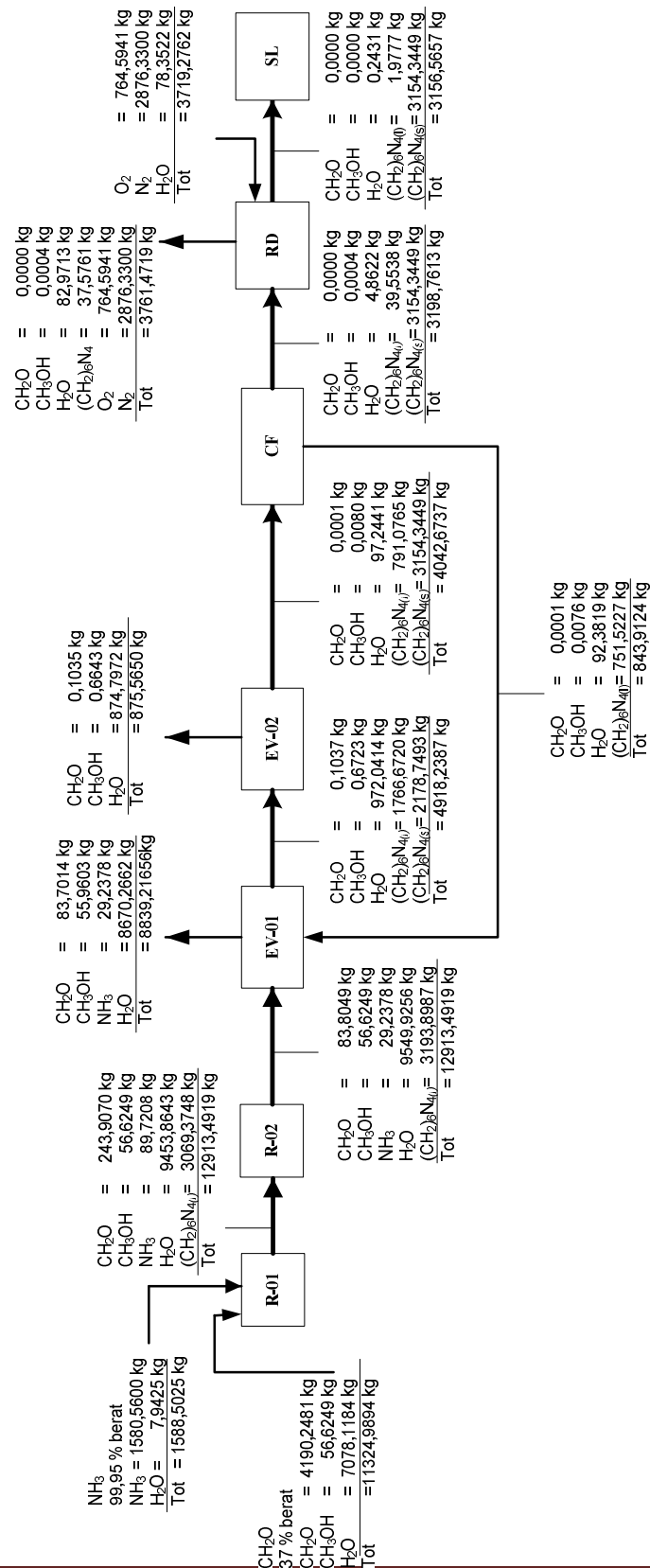
Prarancangan Pabrik Hexamine
dengan Proses Leonard
Kapasitas 25.000 Ton/Tahun



Gambar 2.1 Diagram Alir Kualitatif



Prarancangan Pabrik Hexamine
dengan Proses Leonard
Kapasitas 25.000 Ton/Tahun



Gambar 2.2 Diagram Alir Kuantitatif





2.3.2 Tahapan Proses

Proses produksi *hexamine* dengan cara mereaksikan formalin dengan amonia dengan pada prinsipnya meliputi beberapa tahap :

1. Tahap penyimpanan bahan baku
2. Tahap pembentukan produk
3. Tahap pemurnian dan penyimpanan produk

2.3.2.1. Tahap Persiapan Bahan Baku

a. Amonia

Amonia disimpan dalam tangki penyimpan (T-01) pada tekanan 1 atm dan pada suhu -33°C sehingga amonia tetap dalam kondisi cair. Dari tangki penyimpanan, amonia dipompa (P-01) sehingga tekanannya naik menjadi 16 atm, kemudian amonia dilewatkan HE-01 agar suhunya naik sampai 35°C dan kemudian dialirkan ke dalam reaktor.

b. Formalin

Larutan formalin disimpan dalam tangki penyimpanan (T-02) pada suhu 35°C dan tekanan 1 atm. Dari tangki ini formalin dialirkan ke dalam reaktor menggunakan pompa (P-02) pada tekanan tinggi yaitu 16 atm.

2.3.2.2. Tahap Pembentukan Hexamine

Kedua bahan baku diumpangkan dalam reaktor dengan perbandingan mol formalin : amonia = 3 : 2. Reaksi berlangsung dalam fase cair dan merupakan reaksi eksotermis. Konversi yang dapat dicapai pada reaksi ini sebesar 98 % berdasarkan reaktan formalin. Reaksi dijalankan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (R) pada keadaan isothermal 40°C . Reaktor beroperasi pada tekanan



16 atm untuk menjaga agar reaktan tetap dalam keadaan cair. Panas yang dihasilkan oleh reaktor diserap dengan koil pendingin.

Produk keluar dari reaktor yang mempunyai suhu 40°C dan tekanan 16 atm kemudian dialirkan ke dalam *expander* (E) untuk menurunkan menjadi 1 atm sebelum masuk ke *evaporator* (EV-01). Suhu produk keluar *expander* sebesar 40 °C. Produk *hexamine* dan sisa reaktan yang berupa amonia dan formalin keluar *expander* kemudian diumpankan ke dalam 2 buah *evaporator* (EV-01 dan EV-02). Di dalam *evaporator*, produk mengalami proses pemekatan dan pengkristalan. *Evaporator* bekerja pada tekanan di bawah 1 atm (vakum) untuk menghindari dekomposisi *hexamine*. Tekanan *evaporator* 1 (EV-01) yaitu 0,11 atm dan suhu 48 °C. *Evaporator* 2 (EV-02) beroperasi pada tekanan 0,12 atm dan suhu 50 °C. Sebagai media pemanas digunakan *steam* jenuh pada suhu 150 °C dan tekanan 4,698 atm. Untuk mengumpankan produk keluar *evaporator* 1 digunakan pompa P-03. Produk hasil *evaporator* 2 (EV-02) berupa kristal *hexamine*, yang kemudian di umpankan ke *centrifuge* (CF) dengan menggunakan pompa (P-05) untuk dipisahkan antara kristal *hexamine* dengan cairannya. Kristal *hexamine* kemudian dibawa ke unit pemurnian dengan menggunakan *screw conveyor* (SC). Sedangkan cairan keluar *centrifuge* (*mother liquor*) di-recycle kembali ke *evaporator* 1 (EV-01) dengan menggunakan pompa (P-06).

2.3.2.3. Tahap Pemurnian dan Penyimpanan Produk

Untuk memurnikan produk digunakan *dryer*. Pada proses ini menggunakan *rotary dryer* (RD). Pada *rotary dryer* terjadi penguapan sisa-sisa air dan dihasilkan produk mencapai kemurnian 99,93%. Setelah itu produk masuk



ke dalam unit penyimpanan melalui *belt conveyor* (BC). Dari *belt conveyor*, produk diangkut oleh *bucket elevator* (BE) sebelum disimpan dalam *silo* (SL).

2.4 Neraca Massa dan Panas

2.4.1 Neraca Massa

| | |
|-----------------------------|--------------------|
| Produk | : <i>hexamine</i> |
| Kapasitas | : 25.000 ton/tahun |
| Satu tahun produksi | : 330 hari |
| Waktu operasi selama 1 hari | : 24 jam |
| Basis perhitungan | : 1 jam operasi |
| Satuan | : kg/jam |

Tabel 2.3 Neraca Massa Reaktor 01

| Komponen | BM | Masuk | | | |
|--|-----|------------|-----------|----------|------------|
| | | arus 1 | | arus 2 | |
| | | kmol/jam | kg/jam | kmol/jam | kg/jam |
| CH ₂ O | 30 | - | - | 139,6749 | 4190,2461 |
| CH ₃ OH | 32 | - | - | 1,7695 | 56,6249 |
| H ₂ O | 18 | 0,4412 | 7,9425 | 393,2288 | 7078,1184 |
| NH ₃ | 17 | 92,9741 | 1580,5600 | - | - |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (l) | 140 | - | - | - | - |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (s) | 140 | - | - | - | - |
| | | 93,4154 | 1588,5025 | 534,6732 | 11324,9894 |
| Total | | 12913,4919 | | | |



| Komponen | BM | Keluar | |
|--|-----|------------|------------|
| | | arus 3 | |
| | | kmol/jam | kg/jam |
| CH ₂ O | 30 | 8,1302 | 243,9070 |
| CH ₃ OH | 32 | 1,7695 | 56,6249 |
| H ₂ O | 18 | 525,2147 | 9453,8643 |
| NH ₃ | 17 | 5,2777 | 89,7208 |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (l) | 140 | 21,9241 | 3069,3748 |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (s) | 140 | - | - |
| | | 562,3162 | 12913,4919 |
| Total | | 12913,4919 | |

Tabel 2.4 Neraca Massa Reaktor 02

| Komponen | BM | Masuk | | keluar | |
|--|-----|------------|------------|------------|------------|
| | | arus 3 | | arus 4 | |
| | | kmol/jam | kg/jam | kmol/jam | kg/jam |
| CH ₂ O | 30 | 8,1302 | 243,9070 | 2,7935 | 83,8049 |
| CH ₃ OH | 32 | 1,7695 | 56,6249 | 1,7695 | 56,6249 |
| H ₂ O | 18 | 525,2147 | 9453,8643 | 530,5514 | 9549,9256 |
| NH ₃ | 17 | 5,2777 | 89,7208 | 1,7199 | 29,2378 |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (l) | 140 | 21,9241 | 3069,3748 | 22,8136 | 3193,8987 |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (s) | 140 | - | - | - | - |
| | | 559,6479 | 12913,4919 | 559,6479 | 12913,4919 |
| Total | | 12913,4919 | | 12913,4919 | |



Tabel 2.5 Neraca Massa Evaporator 01

| Komponen | BM | Masuk | | | |
|--|-------|------------|------------|----------|----------|
| | | arus 4 | | arus 10 | |
| | | kmol/jam | kg/jam | kmol/jam | kg/jam |
| CH ₂ O | 30 | 2,7935 | 83,8049 | 0,0000 | 0,0001 |
| CH ₃ OH | 32 | 1,7695 | 56,6249 | 0,0002 | 0,0076 |
| H ₂ O | 18 | 530,5514 | 9549,9256 | 5,1323 | 92,3819 |
| NH ₃ | 17 | 1,7199 | 29,2378 | - | - |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (l) | 140 | 22,8136 | 3193,8987 | 5,3680 | 751,5227 |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (s) | 140 | - | - | - | - |
| | | 559,6479 | 12913,4919 | 10,5006 | 843,9124 |
| | Total | 13757,4043 | | | |

| Komponen | BM | Keluar | | | |
|--|-------|------------|-----------|----------|-----------|
| | | arus 6 | | arus 7 | |
| | | kmol/jam | kg/jam | kmol/jam | kg/jam |
| CH ₂ O | 30 | 2,7900 | 83,7014 | 0,0035 | 0,1037 |
| CH ₃ OH | 32 | 1,7488 | 55,9603 | 0,0210 | 0,6723 |
| H ₂ O | 18 | 481,6815 | 8670,2662 | 54,0023 | 972,0414 |
| NH ₃ | 17 | 1,7199 | 29,2378 | - | - |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (l) | 140 | - | - | 12,6191 | 1766,6720 |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (s) | 140 | - | - | 15,5625 | 2178,7493 |
| | | 487,9401 | 8839,1656 | 82,2083 | 4918,2387 |
| | Total | 13757,4043 | | | |



Tabel 2.6 Neraca Massa Evaporator 02

| Komponen | BM | Masuk | |
|--|-------|------------------|-----------|
| | | arus 7 | |
| | | kmol/jam | kg/jam |
| CH ₂ O | 30 | 0,0035 | 0,1037 |
| CH ₃ OH | 32 | 0,0210 | 0,6723 |
| H ₂ O | 18 | 54,0023 | 972,0414 |
| NH ₃ | 17 | - | - |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (l) | 140 | 12,6191 | 1766,6720 |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (s) | 140 | 15,5625 | 2178,7493 |
| | | 82,2083 | 4918,2387 |
| | Total | 4918,2387 | |

| Komponen | BM | Keluar | | | |
|--|-------|------------------|----------|----------|-----------|
| | | arus 8 | | arus 9 | |
| | | kmol/jam | kg/jam | kmol/jam | kg/jam |
| CH ₂ O | 30 | 0,0035 | 0,1035 | 0,0000 | 0,0001 |
| CH ₃ OH | 32 | 0,0208 | 0,6643 | 0,0003 | 0,0080 |
| H ₂ O | 18 | 48,5998 | 874,7972 | 5,4025 | 97,2441 |
| NH ₃ | 17 | - | - | - | - |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (l) | 140 | - | - | 5,6505 | 791,0765 |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (s) | 140 | - | - | 22,5310 | 3154,3449 |
| | | 48,6241 | 875,5650 | 33,5843 | 4042,6737 |
| | Total | 4918,2387 | | | |



Tabel 2.7 Neraca Massa Centrifuge

| Komponen | BM | Masuk | |
|--|-----|-----------|-----------|
| | | arus 9 | |
| | | kmol/jam | kg/jam |
| CH ₂ O | 30 | 0,0000 | 0,0001 |
| CH ₃ OH | 32 | 0,0003 | 0,0080 |
| H ₂ O | 18 | 5,4025 | 97,2441 |
| NH ₃ | 17 | - | - |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (l) | 140 | 5,6505 | 791,0765 |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (s) | 140 | 22,5310 | 3154,3449 |
| | | 33,5843 | 4042,6737 |
| Total | | 4042,6737 | |

| Komponen | BM | Keluar | | | |
|--|-----|-----------|----------|----------|-----------|
| | | arus 10 | | arus 11 | |
| | | kmol/jam | kg/jam | kmol/jam | kg/jam |
| CH ₂ O | 30 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0000 |
| CH ₃ OH | 32 | 0,0002 | 0,0076 | 0,0000 | 0,0004 |
| H ₂ O | 18 | 5,1323 | 92,3819 | 0,2701 | 4,8622 |
| NH ₃ | 17 | - | - | - | - |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (l) | 140 | 5,3680 | 751,5227 | 0,2825 | 39,5538 |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (s) | 140 | - | - | 22,5310 | 3154,3449 |
| | | 10,5006 | 843,9124 | 23,0837 | 3198,7613 |
| Total | | 4042,6737 | | | |



Tabel 2.8 Neraca Massa Rotary Dryer

| Komponen | BM | Masuk | |
|--|-----|-----------|-----------|
| | | arus 11 | |
| | | kmol/jam | kg/jam |
| CH ₂ O | 30 | 0,0000 | 0,0000 |
| CH ₃ OH | 32 | 0,0000 | 0,0004 |
| H ₂ O | 18 | 0,2701 | 4,8622 |
| NH ₃ | 17 | - | - |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (l) | 140 | 0,2825 | 39,5538 |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (s) | 140 | 22,5310 | 3154,3449 |
| | | 23,0837 | 3198,7613 |
| Total | | 3198,7613 | |

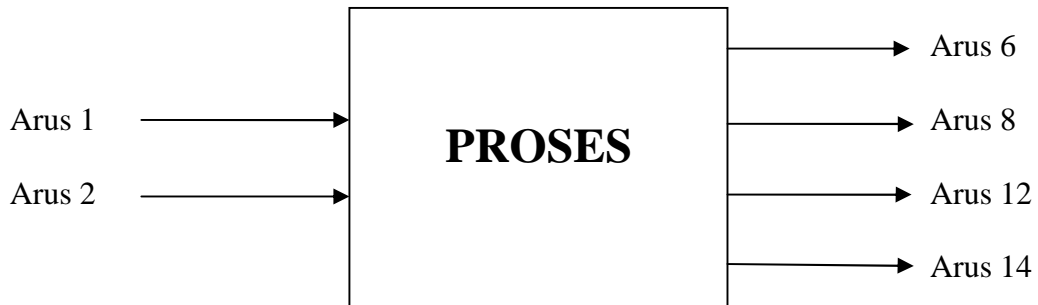
| Komponen | BM | Keluar | | | |
|--|-----|-----------|---------|----------|-----------|
| | | arus 12 | | arus 14 | |
| | | kmol/jam | kg/jam | kmol/jam | kg/jam |
| CH ₂ O | 30 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| CH ₃ OH | 32 | 0,0000 | 0,0004 | 0,0000 | 0,0000 |
| H ₂ O | 18 | 0,2566 | 4,6191 | 0,0135 | 0,2431 |
| NH ₃ | 17 | - | - | - | - |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (l) | 140 | 0,2684 | 37,5761 | 0,0141 | 1,9777 |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (s) | 140 | - | - | 22,5310 | 3154,3449 |
| | | 0,5250 | 42,1956 | 22,5587 | 3156,5657 |
| Total | | 3198,7613 | | | |



Neraca Massa Total

Arus Masuk

Arus Keluar



Tabel 2.9 Neraca Massa Total Masuk

| Komponen | BM | Masuk | | | |
|--|-----|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|
| | | arus 1 | | arus 2 | |
| | | kmol/jam | kg/jam | kmol/jam | kg/jam |
| CH ₂ O | 30 | - | - | 139,6749 | 4190,2461 |
| CH ₃ OH | 32 | - | - | 1,7695 | 56,6249 |
| H ₂ O | 18 | 0,4413 | 7,9425 | 393,2288 | 7078,1184 |
| NH ₃ | 17 | 92,9741 | 1580,5600 | - | - |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (l) | 140 | - | - | - | - |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (s) | 140 | - | - | - | - |
| | | 93,4154 | 1588,5025 | 534,6732 | 11324,9894 |
| Total | | 12913,4919 | | | |



Tabel 2.10 Neraca Massa Total Keluar

| Komponen | BM | Keluar | | | |
|--|-----|-----------------|------------------|----------------|-----------------|
| | | arus 6 | | arus 8 | |
| | | kmol/jam | kg/jam | kmol/jam | kg/jam |
| CH ₂ O | 30 | 2,7900 | 83,7014 | 0,0035 | 0,1035 |
| CH ₃ OH | 32 | 1,7488 | 55,9603 | 0,0208 | 0,6643 |
| H ₂ O | 18 | 481,6815 | 8670,2662 | 48,5998 | 874,7972 |
| NH ₃ | 17 | 1,7199 | 29,2378 | - | - |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (l) | 140 | - | - | - | - |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (s) | 140 | - | - | - | - |
| | | 487,9401 | 8839,1656 | 48,6241 | 875,5650 |

| Komponen | BM | Arus Keluar | | | |
|--|-----|---------------|----------------|----------------|------------------|
| | | arus 12 | | arus 14 | |
| | | kmol/jam | kg/jam | kmol/jam | kg/jam |
| CH ₂ O | 30 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| CH ₃ OH | 32 | 0,0000 | 0,0004 | 0,0000 | 0,0000 |
| H ₂ O | 18 | 0,2566 | 4,6191 | 0,0135 | 0,2431 |
| NH ₃ | 17 | - | - | - | - |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (l) | 140 | 0,2684 | 37,5761 | 0,0141 | 1,9777 |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (s) | 140 | 0,0000 | 0,0000 | 22,5310 | 3154,3449 |
| | | 0,5250 | 42,1956 | 22,5587 | 3156,5657 |

Total arus keluar = 12.913,4919 Kg/jam

Total Arus Masuk – Total Arus Keluar = (12.913,4919 – 12.913,4919) kg/jam
= 0 kg/jam

Balance



2.4.2 Neraca panas

Basis perhitungan : 1 jam operasi

Satuan : kJ/jam

Tabel 2.11 Neraca Panas Reaktor-01

| Komponen | Masuk (kJ/jam) | | Keluar (kJ/jam) |
|--|----------------|-------------|-----------------|
| | arus 1 | arus 2 | arus 3 |
| CH ₂ O | - | 137763,7842 | 12061,6527 |
| CH ₃ OH | - | 1420,3923 | 2136,5885 |
| H ₂ O | 333,3372 | 297059,6846 | 594794,1855 |
| NH ₃ | 75435,6426 | - | 6477,5737 |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (l) | - | - | 60211,6369 |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (s) | - | - | - |
| Total | 436243,8611 | 75768,9798 | 675681,6373 |
| | 512012,8409 | | |

Arus Masuk = Arus Keluar

Panas masuk + Panas reaksi = Panas keluar + Panas diserap

512012,8409 + 2596691,0915 = 675681,6373 + 2433022,2951

3108703,9325 = 3108703,9325



Tabel 2.12 Neraca Panas Reaktor-02

| Komponen | Masuk (kJ/jam) | Keluar (kJ/jam) |
|--|--------------------|--------------------|
| | arus 3 | arus 4 |
| CH ₂ O | 12061,6527 | 4144,3080 |
| CH ₃ OH | 2136,5885 | 2136,5885 |
| H ₂ O | 594794,1855 | 600837,9240 |
| NH ₃ | 6477,5737 | 2110,8800 |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (l) | 60211,63687 | 62654,4098 |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (s) | - | - |
| Total | 675681,6373 | 671884,1102 |

$$\text{Arus Masuk} = \text{Arus Keluar}$$

$$\text{Panas masuk} + \text{Panas reaksi} = \text{Panas keluar} + \text{Panas diserap}$$

$$675681,6373 + 105347,8267 = 671884,1102 + 109144,7165$$

$$\mathbf{781028,8267 = 781028,8267}$$

Tabel 2.13 Neraca Panas Evaporator-01

| Komponen | Masuk (kJ/jam) | | Keluar (kJ/jam) | |
|--|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| | arus 4 | arus 10 | arus 6 | arus 7 |
| CH ₂ O | 4144,3080 | 0,0063 | 2324,1368 | 7,8960 |
| CH ₃ OH | 2136,5885 | 0,2884 | 1842,8881 | 39,0778 |
| H ₂ O | 600837,9240 | 5812,2523 | 373332,0109 | 93695,7740 |
| NH ₃ | 2110,8800 | - | 1433,5131 | - |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (l) | 62654,4098 | 14742,5491 | - | 54032,5432 |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (s) | - | - | - | 464921,6445 |
| Total | 671884,1102 | 20555,0962 | 378932,5489 | 612696,9355 |



| | | |
|--|--------------------|--------------------|
| | 692439,2064 | 991629,4844 |
|--|--------------------|--------------------|

Arus Masuk = Arus Keluar

Panas masuk + Panas *steam* = Panas Keluar + Panas laten

692439,2064 + 319461,3155 = 991629,4844 + 20271,0375

1011900,5219 = 1011900,5219

Tabel 2.14 Neraca Panas *Evaporator-02*

| Komponen | Masuk (kJ/jam) | Keluar (kJ/jam) | |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|
| | arus 7 | arus 8 | arus 9 |
| CH ₂ O | 7,8960 | 3,1280 | 0,0110 |
| CH ₃ OH | 39,0778 | 23,8086 | 0,5089 |
| H ₂ O | 93695,7740 | 40949,9937 | 10186,6751 |
| NH ₃ | - | - | - |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (l) | 54032,5432 | - | 26404,0677 |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (s) | 464921,6445 | - | 734039,9301 |
| Total | 612696,9355 | 40976,9302 | 770631,1928 |
| | | 612696,9355 | |

Arus Masuk = Arus Keluar

Panas masuk + Panas *steam* = Panas Keluar + Panas laten

612696,9355 + 200938,2578 = 612696,9355 + 2027,0703

813635,1933 = 813635,1933



Tabel 2.15 Neraca Panas *Centrifuge*

| Komponen | Masuk (kJ/jam) | Keluar (kJ/jam) | |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| | arus 9 | arus 10 | arus 11 |
| CH ₂ O | 0,0066 | 0,0063 | 0,0003 |
| CH ₃ OH | 0,3036 | 0,2885 | 0,0152 |
| H ₂ O | 6117,1301 | 5812,7208 | 305,8968 |
| NH ₃ | - | - | - |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (l) | 15528,6687 | 14760,7478 | 776,4334 |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (s) | 55979,4365 | - | 55979,4365 |
| Total | 77635,5456 | 20573,7633 | 57061,7823 |
| | | 77635,5456 | |

Tabel 2.16 Neraca Panas *Rotary Dryer*

| Komponen | Masuk (kJ/jam) | Keluar (kJ/jam) | |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| | arus 11 | arus 12 | arus 14 |
| CH ₂ O | 0,0003 | 0,0002 | 0,0000 |
| CH ₃ OH | 0,0152 | 0,0140 | 0,0013 |
| H ₂ O | 305,8968 | 220,2383 | 25,9360 |
| NH ₃ | - | - | - |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (l) | 776,4334 | 864,5296 | 67,3348 |
| (CH ₂) ₆ N ₄ (s) | 55979,4365 | - | 97873,8237 |
| Total | 57061,7823 | 1084,7820 | 96967,0959 |
| | | 98051,8779 | |

Panas laten = 24741,1856 kJ/jam

Arus Masuk = Arus Keluar

Panas masuk + Panas udara masuk = Panas Keluar + Panas udara keluar
+ Panas yang hilang



$$\begin{aligned} 57061,7823 + 419818,6731 &= (98051,8779 + 24741,1856) + \\ &154191,0216 + 199886,3704 \\ \mathbf{476880,4554} &= \mathbf{476880,4554} \end{aligned}$$

2.5 Lay Out Pabrik dan Peralatan

2.5.1 Lay Out Pabrik

Tata letak pabrik merupakan suatu pengaturan yang optimal dari seperangkat fasilitas-fasilitas dalam pabrik. Tata letak yang tepat sangat penting untuk mendapatkan efisiensi, keselamatan, dan kelancaran kerja para pekerja serta keselamatan proses.

Untuk mencapai kondisi yang optimal, maka hal-hal yang harus diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik adalah :

1. Pabrik *Hexamine* ini merupakan pabrik baru (bukan pengembangan), sehingga penentuan *lay out* tidak dibatasi oleh bangunan yang ada.
2. Kemungkinan perluasan pabrik sebagai pengembangan pabrik di masa depan.
3. Faktor keamanan sangat diperlukan untuk bahaya kebakaran dan ledakan, maka perencanaan *lay out* selalu diusahakan jauh dari sumber api, bahan panas, dan dari bahan yang mudah meledak, juga jauh dari asap atau gas beracun.
4. Sistem konstruksi yang direncanakan adalah *out door* untuk menekan biaya bangunan dan gedung, dan juga karena iklim Indonesia memungkinkan konstruksi secara *out door*.
5. Lahan terbatas sehingga diperlukan efisiensi dalam pemakaian dan pengaturan ruangan / lahan.

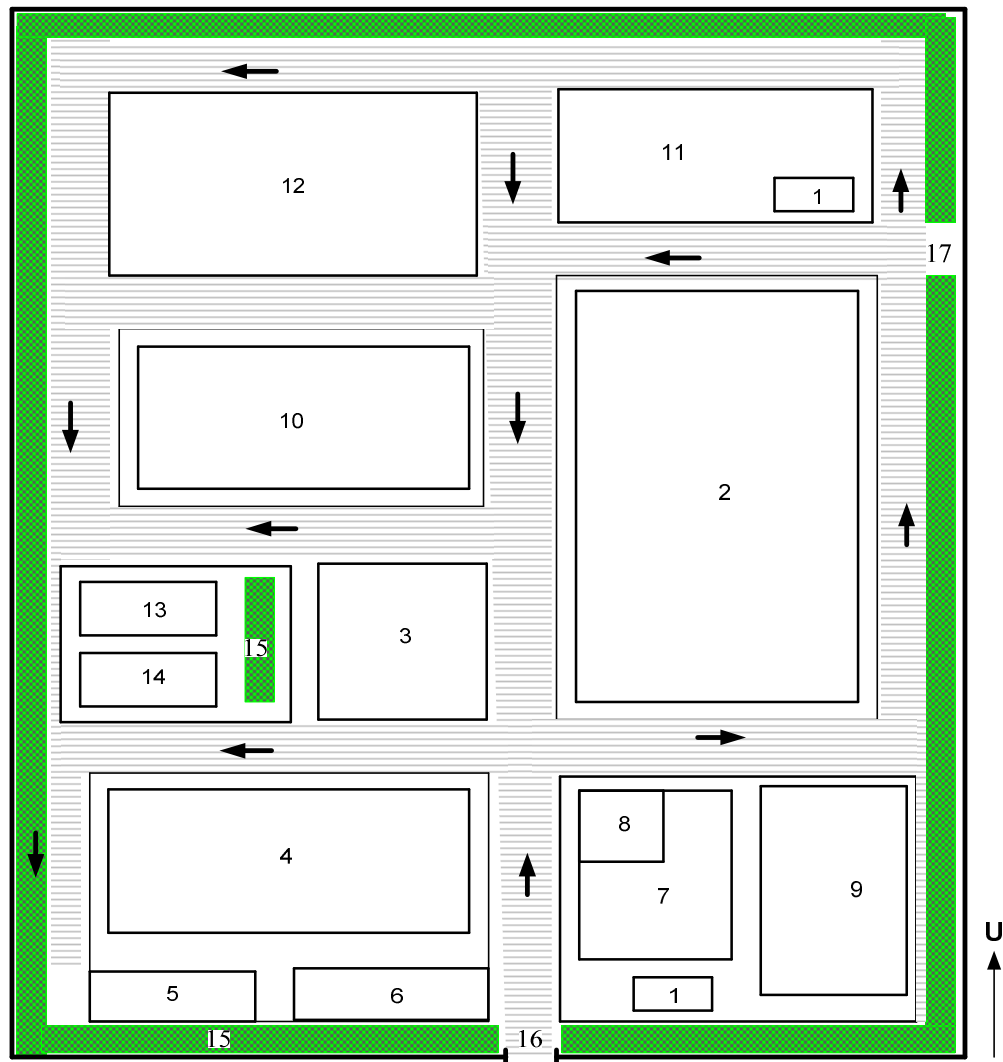


(Vilbrant, 1959)

Secara garis besar *lay out* dibagi menjadi beberapa bagian utama, yaitu :

- a. Daerah administrasi / perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol
Merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang dijual.
- b. Daerah proses
Merupakan daerah dimana alat proses diletakkan dan proses berlangsung.
- c. Daerah penyimpanan bahan baku dan produk.
Merupakan daerah untuk tangki bahan baku dan produk.
- d. Daerah gudang, bengkel dan garasi.
Merupakan daerah untuk menampung bahan - bahan yang diperlukan oleh pabrik dan untuk keperluan perawatan peralatan proses.
- e. Daerah utilitas
Merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan bahan pendukung proses berlangsung dipusatkan.

(Vilbrant, 1959)



Keterangan :

- | | | |
|-----------------------|---------------------------|-------------------|
| 1. Pos Keamanan | 7. Safety | 13. Mushola |
| 2. Area Produksi | 8. Klinik | 14. Kantin |
| 3. CCR & laboratorium | 9. Bengkel & Perlengkapan | 15. Taman |
| 4. Kantor dan Aula | 10. Utilitas | 16. Pintu utama |
| 5. Garasi | 11. IPAL | 17. Pintu darurat |
| 6. Parkir | 12. Area Perluasan | |

Gambar 2.3 Tata Letak Pabrik Hexamine



2.5.2 Lay out peralatan

Lay out peralatan proses adalah tempat kedudukan dari alat-alat yang digunakan dalam proses produksi. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menentukan *lay out* peralatan proses, antara lain :

1. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomi yang besar serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

2. Aliran udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat sehingga mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang dapat mengancam keselamatan pekerja.

3. Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai dan pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi perlu adanya penerangan tambahan.

4. Lalu lintas manusia

Dalam perancangan *lay out* pabrik perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Hal ini bertujuan apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Keamanan pekerja selama menjalani tugasnya juga diprioritaskan.



5. Pertimbangan ekonomi

Dalam menempatkan alat-alat proses diusahakan dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik.

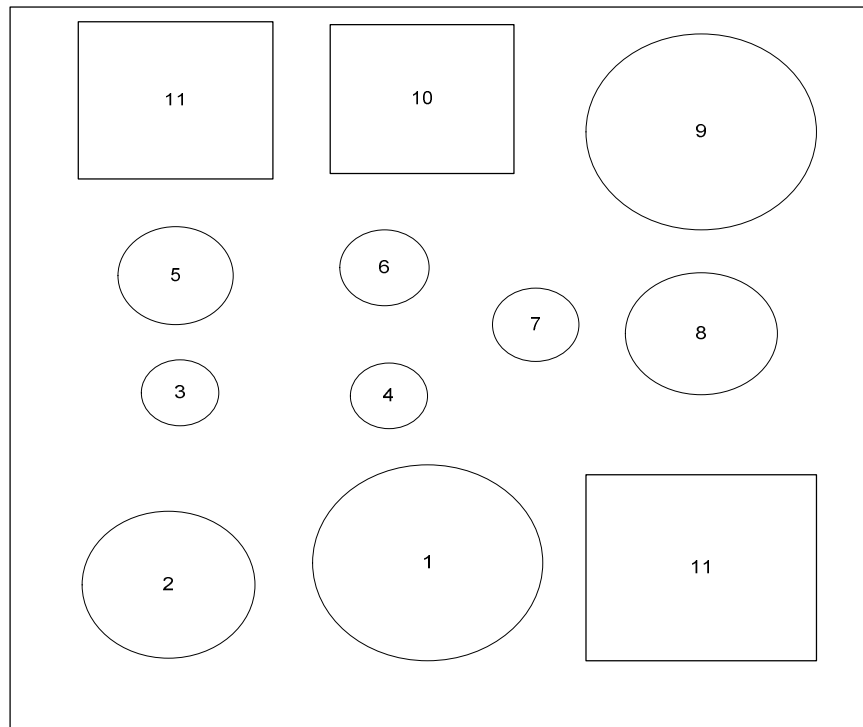
6. Jarak antar alat proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi sebaiknya dipisahkan dengan alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut maka kerusakan dapat diminimalkan.

(Vilbrandt, 1959)

Tata letak alat-alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga:

1. Kelancaran proses produksi dapat terjamin
2. Dapat mengefektifkan luas lahan yang tersedia
3. Karyawan mendapat kepuasan kerja agar dapat meningkatkan produktifitas kerja disamping keamanan yang terjadi.



Keterangan :

1. Tangki formalin
2. Tangki amonia
3. Reaktor-01
4. Reaktor-02
5. *Evaporator-01*
6. *Evaporator-02*
7. *Centrifuge*
8. *Rotary Dryer*
9. *Silo*
10. Gudang Produk
11. Area Bongkar Muat

Gambar 2.4 Tata Letak Alat



BAB III

SPEKIFIKASI PERALATAN PROSES

3.1. Tangki Penyimpan Amonia (NH_3)

| | | | |
|---------------------|--|------------------------|--|
| Kode | : T-01 | | |
| Tugas | : Menyimpan bahan baku amonia selama 30 hari | | |
| Jenis | : Tangki silinder tegak dengan alas datar (<i>flat bottom</i>) dengan bagian atas berbentuk <i>torispherical</i> . | | |
| Jumlah | : 1 Buah | | |
| Volume | : $69279,5081 \text{ ft}^3 = 1961,7772 \text{ m}^3$ | | |
| Bahan | : <i>Stainless steel SA 353</i> | | |
| Kondisi penyimpanan | | | |
| Tekanan | : 1 atm | | |
| Suhu | : -33 °C | | |
| Dimensi | | | |
| Diameter tangki | : 70 ft = 21,3363 m | | |
| Tinggi tangki | : 18 ft = 5,4864 m | | |
| Tebal tangki | : <i>Coarse 1</i> | : 0,625 in = 0,0159 m | |
| | : <i>Coarse 2</i> | : 0,5625 in = 0,0143 m | |
| | : <i>Coarse 3</i> | : 0,5625 in = 0,0143 m | |
| Tebal <i>head</i> | : 0,75 in = 0,0191 m | | |
| Tinggi <i>head</i> | : 5,07 ft = 1,5448 m | | |



Tinggi total : 23,068 ft = 7,0312 m

Isolasi

Jenis isolator = Perlite dan N₂

Tebal isolasi = 0,0845 m

3.2. Tangki Penyimpan Formalin (CH₂O)

Kode : T-02

Tugas : Menyimpan bahan baku formalin selama 30 hari

Jenis : Tangki silinder tegak dengan alas datar (*flat bottom*) dengan bagian atas berbentuk *conical roof*

Jumlah : 3 Buah

Kapasitas : 120649,6458 ft³ = 3416,4175 m³

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Kondisi penyimpanan

Tekanan : 1 atm

Suhu : 35 °C

Dimensi

Diameter tangki : 80 ft = 24,3843 m

Tinggi : 24 ft = 7,3153 m

Tebal *shell* : *Coarse 1* : 1,2500 in = 0,0317 m

Coarse 2 : 1,1875 in = 0,0302 m

Coarse 3 : 1,0625 in = 0,0270 m

Coarse 4 : 0,9375 in = 0,0238 m



Tebal *head* : 0,9375 in = 0,0238 m
Tinggi *head* : 6,0205 ft = 1,835 m
Tinggi total : 30,0205 ft = 9,1504 m

3.3. Silo Penyimpanan *Hexamine* (CH₂)₆N₄

Kode : SL
Tugas : Menyimpan produk *hexamine* (CH₂)₆N₄ selama
14 hari
Jumlah : 1 Buah
Kapasitas : 30977,78 ft³ = 877,1929 m³
Kondisi penyimpanan
Tekanan : 1 atm
Suhu : 35°C
Dimensi
Diameter : 25,4826 ft = 7,7671 m
Tinggi : 80,2702 ft = 24,4664 m

3.4. Reaktor-01

Kode : R-01
Tugas : Mereaksikan amonia (NH₃) dan formalin
Tipe : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
Jumlah : 1 Buah



Volume : $148,0376 \text{ ft}^3 = 4,1920 \text{ m}^3$

Bahan : *Stainless steel SA 353*

Kondisi

Tekanan : 16 atm

Suhu : 40°C

Dimensi

Diameter tangki : $5,2102 \text{ ft} = 1,5881 \text{ m}$

Tinggi tangki : $5,2102 \text{ ft} = 1,5881 \text{ m}$

Tebal *shell* : $0,5382 \text{ in} = 0,0137 \text{ m}$

Dimensi *head*

Bentuk : *Torispherical dished head*

Tebal *head* : $1,000 \text{ in} = 0,0254 \text{ m}$

Tinggi *head* : $19,6303 \text{ in} = 0,4986 \text{ m}$

Tinggi Total : $8,4820 \text{ ft} = 2,5853 \text{ m}$

Pengaduk

Tipe : *6 blade plate turbine impeller with 4 baffle*

Jumlah : 1 buah

Diameter : $1,7367 \text{ ft} = 0,5294 \text{ m}$

Kecepatan : 127,9512 rpm

Power : 4 hp

Tegangan : 220/380 volt

Frekuensi : 50 Hz



Koil Pendingin

Pendingin : *Chilled water*

Suhu masuk : 10°C

Suhu keluar : 30°C

Jumlah lilitan : 26 buah

Pipa Koil

IPS : 1,5 in = 0,0381 m

OD : 1,9 in = 0,0483 m

SN : 40

ID : 1,61 in = 0,0409 m

Susunan koil : *Helix*

Diameter *helix* : 4,1682 ft = 1,2705 m

Tinggi koil : 1,5685 m

Volume koil : 0,1703 m³

| Komponen | IPS | SN | ID (in) | OD (in) | Flow area (in ²) |
|------------------------|------|----|---------|---------|------------------------------|
| Reaktan | 1,25 | 40 | 1,38 | 1,66 | 1,496 |
| Produk <i>hexamine</i> | 3 | 40 | 3,068 | 3,5 | 7,39 |
| Pendingin | 5 | 80 | 4,813 | 5,568 | 18,19 |

3.5. Reaktor-02

Kode : R-02

Tugas : Mereaksikan amonia (NH₃) dan formalin

Tipe : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk



Jumlah : 1 Buah
Volume : $148,0376 \text{ ft}^3 = 4,1920 \text{ m}^3$
Bahan : *Stainless steel SA 353*

Kondisi

Tekanan : 16 atm
Suhu : 40 °C

Dimensi

Diameter tangki : $5,2102 \text{ ft} = 1,5881 \text{ m}$
Tinggi tangki : $5,2102 \text{ ft} = 1,5881 \text{ m}$
Tebal *shell* : $0,7500 \text{ in} = 0,0190 \text{ m}$

Dimensi *head*

Bentuk : *Torispherical dished head*
Tebal *head* : $1,0000 \text{ in} = 0,0254 \text{ m}$
Tinggi *Head* : $19,6306 \text{ in} = 0,4986 \text{ m}$
Tinggi Total : $8,4820 \text{ ft} = 2,5853 \text{ m}$

Pengaduk

Tipe : *6 blade plate turbine impeller with 4 baffle*
Jumlah : 1 buah
Diameter : $1,7367 \text{ ft} = 0,5294 \text{ m}$
Kecepatan : 128,2404 rpm
Power : 4 hp
Tegangan : 220/380 volt
Frekuensi : 50 Hz



Koil Pendingin

Pendingim : *Chilled water*
Suhu Masuk : 10°C
Suhu keluar : 30°C
Jumlah lilitan : 3 buah

Pipa Koil

IPS : 1,5 in = 0,0381 m
OD : 1,9 in = 0,0483 m
SN : 40
ID : 1,61 in = 0,0409 m
Susunan koil : *Helix*
Diameter helix : 4,1682 ft = 1,2705 m
Tinggi koil : 0,1810 m
Volume koil : 0,0214 m³

| Komponen | IPS | SN | ID (in) | OD (in) | Flow area (in ²) |
|------------------------|------|----|---------|---------|------------------------------|
| Reaktan | 1,25 | 40 | 1,38 | 1,66 | 1,496 |
| Produk <i>hexamine</i> | 3 | 40 | 3,068 | 3,5 | 7,39 |
| Pendingin | 5 | 80 | 4,813 | 5,568 | 18,19 |

3.6. Evaporator-01

Tugas : Menguapkan sisa CH₂O, CH₃OH, NH₃, dan
sebagian air dari produk reaktor



Jenis : *Forced circulation*

Jumlah : 1 Buah

Bahan Konstruksi : *Stainless steel SA 353*

Dimensi HE

Diameter *shell* : 4 in = 0,1023 m

Diameter *tube* : 3 in = 0,0762 m

Tinggi : 20 ft = 6,096 m

Dimensi *Displacement Vapor*

Diameter : 8,1083 ft = 2,4714 m

Tebal *shell* : 0,2000 in = 0,0047 m

Tinggi : 8,1082 ft = 2,4714 m

Dimensi *head*

Tipe : *Torispherical dished head*

Tebal *head* : 0,1875 in = 0,0047 m

Tinggi *head* : 4,0769 in = 1,2426 m

Dimensi kristaliser

Diameter : 0,7755 m

Tinggi : 0,7755 m

Kondisi Operasi

Masuk : Suhu : 313,15 K Tekanan : 1 atm

Keluar : Suhu : 321,15 K Tekanan : 0,1104 atm

Luas transfer panas : $146,0472 \text{ ft}^2 = 13,5682 \text{ m}^2$

Beban panas : $5459106,8096 \text{ Btu/jam} = 5759685,231 \text{ kJ/jam}$



3.7. Evaporator-02

Tugas : Menguapkan sisa CH_2O , CH_3OH , dan sebagian air
dari produk *evaporator 01*

Jenis : *Forced circulation*

Jumlah : 1 Buah

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 grade C*

Dimensi HE

Diameter *shell* : 2 in = 0,0525 m

Diameter *tube* : 0,364 in = 0,0092 m

Tinggi : 15 ft = 4,572 m

Dimensi *Displacement Vapor*

Diameter : 2,6956 ft = 0,8216 m

Tebal *shell* : 0,1875 in = 0,0047 m

Tinggi total : 11,1788 ft = 3,4073 m

Dimensi *Head*

Tipe : *Torispherical dished head*

Tebal *head* : 0,3125 in = 0,0079 m

Tinggi *head* : 14,8986 in = 0,3784 m

Dimensi Kristaliser

Diameter : 0,7638 m



Tinggi : 0,7638 m

Kondisi Operasi

Masuk : Suhu : 321,15 K Tekanan : 0,1104 atm

Keluar : Suhu : 323,15 K Tekanan : 0,1210 atm

3.8. Centrifuge

Kode : CF

Tugas : Memisahkan kristal *hexamine* dari *mother liquor*-nya

Jenis : *Continuous Conveyor Centrifugal Filter*

Jumlah : 1 Buah

Kapasitas : 4,0427 ton/jam

Kondisi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 40°C

Dimensi

Diameter *bowl* : 35 in = 0,889 m

Panjang *bowl* : 0,4445 m

Motor

Kecepatan putar : 600 rpm

Power : 0,1059 hp

3.9. Dryer



| | |
|-----------------------|---|
| Kode | : RD |
| Fungsi | : Mengurangi kadar cairan yang terikut pada hasil padatan <i>hexamine</i> |
| Jenis | : <i>Rotary Dryer</i> |
| Kondisi operasi | |
| Tekanan | : 1 atm |
| Suhu | : 40 °C |
| Spesifikasi | |
| Panjang | : 27,1595 ft = 8,2783 m |
| Diameter | : 3,9369 = 1,2 m |
| Kecepatan putar | : 6,4714 rpm |
| Kemiringan | : 0,0156 m/m |
| Jumlah <i>flight</i> | : 4 |
| Waktu tinggal | : 0,003389 jam |
| Daya | : 20 Hp |
| Sistem pemanas | |
| Jenis | : <i>Double Pipe Heat Exchanger</i> |
| Luas tr. panas | : 34,8000 ft ² = 3,2330 m ² |
| <i>Hairpin</i> | : 2 x 1 ¼ in <i>hairpin</i> SN 40 |
| Panjang | : 20 ft = 6,096 m |
| Jumlah <i>hairpin</i> | : 2 |

3.10. Ejector-01



| | |
|---------------------------|---|
| Kode | : EJ -01 |
| Fungsi | : Untuk mempertahankan kondisi vakum pada EV-01 |
| Jenis | : <i>Steam Jet Ejector</i> |
| Jumlah <i>stage</i> | : <i>Single</i> |
| Tekanan <i>steam</i> | : 4,7 atm |
| Kebutuhan <i>steam</i> | : 9946,6821 kg/jam |
| Spesifikasi | |
| Diameter <i>suction</i> | : 8,3778 in = 0,2128m |
| Diameter <i>discharge</i> | : 6,2834 in = 0,1596 m |
| Diameter dalam | : 25,4847 in = 0,6473 m |
| Panjang | : 75,4002 ft = 1,9152 m |

3.11. Ejector-02

| | |
|---------------------------|--|
| Kode | : EJ -02 |
| Fungsi | : Untuk mempertahankan kondisi vakum pada EV-02 |
| Jenis | : <i>Steam Jet Ejector</i> |
| Jumlah <i>stage</i> | : <i>Single</i> |
| Tekanan <i>steam</i> | : 4,7 atm |
| Kebutuhan <i>steam</i> | : 1046,8497 kg/jam |
| Spesifikasi | |
| Diameter <i>suction</i> | : 4,4855 in = 0,1139 m |
| Diameter <i>discharge</i> | : 3,3641in = 0,0854 m |



Diameter dalam : 0,6325 in = 0,0161 m
Panjang : 40,3697 ft = 1,0254 m

3.12. Condenser-01

Kode : CD-01
Fungsi : Mengembunkan *steam* hasil *evaporator-01*
Jenis : *Barometric Condenser*
Kondisi Operasi
Tekanan : 1 atm
Suhu : 321,150 K
Spesifikasi pipa
Nominal pipe size : 2 in = 0,0508 m
ID : 1,939 in = 0,0492 m
OD : 2,38 in = 0,0604 m

3.13. Condenser-02

Kode : CD-02
Fungsi : Mengembunkan *steam* hasil *evaporator-02*
Jenis : *Barometric Condenser*
Kondisi Operasi
Tekanan : 1 atm



Suhu : 323,1500 K

Spesifikasi pipa

Nominal pipe size : 0,700 in = 0,0190 m

ID : 0,742 in = 0,0267 m

OD : 2,38 in = 0,0605 m

3.14. Expander

Kode : E

Jenis : *Liquid Expander*

Fungsi : Menurunkan tekanan produk reaktor

Jumlah : 1 buah

Spesifikasi

Power : 2,5545 kW

3.15. Screw Conveyor

Kode : SC

Fungsi : Mengangkut *cake* dari *centrifuge* untuk
diumpankan ke *rotary dryer*

Tipe : *Screw conveyor* dengan *feed hopper*

Jumlah : 1 buah

Spesifikasi

Kapasitas : 3,3020 m³/jam

Jarak horisontal : 12 ft = 3,6576 m

Diameter : 9 in = 0,2286 m



Power : 0,25 Hp

3.16. Belt Conveyor

Kode : BC

Fungsi : Mengangkut material dari *rotary dryer*

Tipe : *Closed belt conveyor*

Jumlah : 1 buah

Panjang : 10 m

Kecepatan *belt* : 2,1688 ft/menit

Tenaga motor : 0,5 Hp

Bahan

Idler : *Carbon steel SA 283 grade C*

Belt : karet

Casing : *Carbon steel SA 283 grade C*

3.17. Bucket Elevator

Kode : BE

Fungsi : Mengangkut produk *hexamine* padatan dari SC menuju silo

Jenis : *Centrifugal Discharge Bucket Elevator*

Jumlah : 1 Buah

Bahan : *Bucket* : *Carbon steel SA grade C*

Casing : *Carbon steel SA grade C*



Belt : karet

Tinggi elevasi : 75 ft = 22,86 m

Kondisi operasi : T = 30 °C

P = 1 atm

Lebar *bucket* : 0,102 m

3.18. Pompa (P-01)

Kode : P-01

Tugas : Mengalirkan amonia dari T-01 ke R-01

Jenis : *Single Stage Centrifugal Pump*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 12,3096 gpm

Power pompa : 7,1 HP

Power motor : 10 HP

Tegangan : 220/380 volt

Frekuensi : 50 Hz

NPSH required : 1,5133 ft = 0,4613 m

NPSH available : 14,0468 ft = 4,2815 m

Pipa yang digunakan

D, Nominal Size : 1,5 in = 0,0381 m

Schedule Number : 40

ID : 1,9 in = 0,0483 m

OD : 1,61 in = 0,0409 m



3.19. Pompa (P-02)

| | |
|------------------------|---|
| Kode | : P-02 |
| Tugas | : Mengalirkan CH ₂ O dari T-02 ke R-01 |
| Jenis | : <i>Single Stage Centrifugal Pump</i> |
| Jumlah | : 1 buah |
| Kapasitas | : 68,0210 gpm = 0,2575 m ³ /menit |
| Power pompa | : 0,6 HP |
| Power motor | : 0,75 HP |
| Tegangan | : 220/380 volt |
| Frekuensi | : 50 Hz |
| NPSH <i>required</i> | : 4,7300 ft = 1,4417 m |
| NPSH <i>available</i> | : 11,58 ft = 0,0409 m |
| Pipa yang digunakan | |
| D, <i>Nominal Size</i> | : 3 in = 0,0762 m |
| <i>Schedule Number</i> | : 40 |
| ID | : 3,068 in = 0,0779 m |
| OD | : 3,5 in = 0,0889 m |

3.20. Pompa (P-03)

| | |
|--------|--|
| Kode | : P-03 |
| Tugas | : Mengalirkan produk R-01 ke R-02 |
| Jenis | : <i>Single Stage Centrifugal Pump</i> |
| Jumlah | : 1 buah |



| | |
|------------------------|--------------------------|
| Kapasitas | : 77,0608 gpm |
| Power pompa | : 0,6 HP = 0,4476 kW |
| Power motor | : 0,75 HP = 0,5595 kW |
| Tegangan | : 220/380 volt |
| Frekuensi | : 50 Hz |
| NPSH <i>required</i> | : 4,8699 ft = 1,4843 m |
| NPSH <i>available</i> | : 561,14 ft = 171,0355 m |
| Pipa 1 yang digunakan | |
| D, <i>Nominal Size</i> | : 3 in = 0,0762 m |
| <i>Schedule Number</i> | : 40 |
| ID | : 3,068 in = 0,0779 m |
| OD | : 3,5 in = 0,0889 m |

3.21. Pompa (P-04)

| | |
|-------------|--|
| Kode | : P-04 |
| Tugas | : Mengalirkan produk dari EV-01 ke EV-02 |
| Jenis | : <i>Single Stage Centrifugal Pump</i> |
| Jumlah | : 1 buah |
| Kapasitas | : 29,5444 gpm |
| Power pompa | : 0,02 HP = 0,0149 kW |
| Power motor | : 0,05 HP = 0,6610 kW |
| Tegangan | : 220/380 volt |
| Frekuensi | : 50 Hz |



NPSH required : 0,2713 ft = 0,0889 m

NPSH available : 1,52 ft = 0,4633 m

Pipa yang digunakan

D, Nominal Size : 2 in = 0,0508 m

Schedule Number : 40

ID : 2,067 in = 0,0525 m

OD : 2,38 in = 0,0605 m

3.22. Pompa (P-05)

Kode : P-05

Tugas : Mengalirkan produk EV-02 ke CF

Jenis : *Single Stage Centrifugal Pump*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 24,8887 gpm = 0,0942 m³/menit

Power pompa : 0,07 HP

Power motor : 0,08 HP

Tegangan : 220/380 volt

Frekuensi : 50 Hz

NPSH required : 2,4197 ft = 0,7375 m

NPSH available : 6,28 ft = 1,9141 m

Pipa keluar pompa

D, Nominal Size : 2 in = 0,0508 m

Schedule Number : 40



ID : 2,067 in = 0,0525 m

OD : 2,38 in = 0,0604 m

3.23. Pompa (P-06)

Kode : P-06

Tugas : Mengalirkan produk CF ke EV-01

Jenis : *Single Stage Centrifugal Pump*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 5,0917 gpm

Power pompa : 0,02 HP = 0,0149 kW

Power motor : 0,05 HP = 0,6610 kW

Tegangan : 220/380 volt

Frekuensi : 50 Hz

NPSH required : 0,8401 ft = 0,2560 m

NPSH available : 40,74 ft = 12,4176 m

Pipa yang digunakan

D, Nominal Size : 1 in = 0,0254 m

Schedule Number : 40

ID : 1,049 in = 0,0266 m

OD : 1,32 in = 0,0335 m



3.24. Preheater- 01 (HE-01)

| | |
|----------------------|---|
| Kode | : HE - 01 |
| Fungsi | : Memanaskan amonia cair dari tangki penyimpanan ke reaktor |
| Tipe | : <i>Double Pipe Heat Exchanger</i> |
| Luas transfer panas | : $20,88 \text{ ft}^2 = 1,9398 \text{ m}^2$ |
| Beban panas | : 468650,5065 Btu/jam |
| Spesifikasi | |
| • <i>Anulus</i> | |
| Fluida | : amonia |
| IPS | : 2 |
| SN | : 40 |
| ho | : $144,2761 \text{ Btu/j.ft}^2.\text{°F}$ |
| <i>Pressure drop</i> | : 2,2930 psi = 0,0158 MPa |
| Bahan | : <i>Stainless steel SA 353</i> |
| • <i>Inner pipe</i> | |
| Fluida | : air |
| IPS | : 1,25 |
| SN | : 40 |
| hio | : $2505,117 \text{ Btu/j.ft}^2.\text{°F}$ |
| <i>Pressure drop</i> | : 0,6120 psi |
| Bahan | : <i>Stainless steel SA 353</i> |
| U _C | : $136,4194 \text{ Btu/j.ft}^2.\text{°F}$ |



| | |
|--------------|-------------------------------------|
| U_D | : 92,8985 Btu/j.ft ² .°F |
| R_{Dcal} | : 0,0034 ft ² .jam.F/Btu |
| R_{Dmin} | : 0,0030 ft ² .jam.F/Btu |
| Panjang tube | : 12 ft = 3,6578 m |
| Hairpin | : 2 |

3.25. Cooler -02 (HE-02)

| | |
|---------------------|---|
| Kode | : HE - 02 |
| Fungsi | : Mendinginkan cairan keluar EV-02 |
| Tipe | : <i>Double Pipe Heat Exchanger</i> |
| Luas Transfer Panas | : 10,44 ft ² = 0,9699 m ² |
| Beban Panas | : 11925,9959 Btu/jam |
| Spesifikasi | |

- *Anulus*

| | |
|----------------------|--------------------------------------|
| Fluida | : Air pendingin |
| IPS | : 2 |
| SN | : 40 |
| ho | : 1230 Btu/j.ft ² .°F |
| <i>Pressure Drop</i> | : 1,6E-8 psi |
| Bahan | : <i>Carbon steel SA 283 grade C</i> |

- *Inner Pipe*

| | |
|--------|-----------------------|
| Fluida | : Produk cairan EV-02 |
| IPS | : 1,25 |
| SN | : 40 |



| | |
|-------------------|--------------------------------------|
| hio | : 965,3 Btu/j.ft ² .°F |
| Pressure Drop | : 0,5869 psi |
| Bahan | : Carbon stell SA 283 grade C |
| U _C | : 109,1556 Btu/j.ft ² .°F |
| U _D | : 79,2823 Btu/j.ft ² .°F |
| R _{Dcal} | : 0,00345 ft ² .jam.F/Btu |
| R _{Dmin} | : 0,0030 ft ² .jam.F/Btu |
| Panjang tube | : 12 ft = 3,66 m |
| Hairpin | : 1 |

3.26. Preheater-05 (HE-05)

| | |
|---------------------|---|
| Kode | : HE - 03 |
| Fungsi | : Memanaskan udara masuk <i>rotary dryer</i> |
| Tipe | : <i>Double Pipe Heat Exchanger</i> |
| Luas transfer panas | : 139,20 ft ² = 12,9321 m ² |
| Beban panas | : 1672425,3129 Btu/jam |
| Spesifikasi | |
| • Anulus | |
| Fluida | : <i>steam</i> |
| IPS | : 2 |
| SN | : 40 |
| ho | : 672,0184 Btu/j.ft ² .°F |
| Pressure drop | : 0,2349 psi |
| Bahan | : <i>Stainless steel SA 353</i> |



- *Inner Pipe*

| | |
|----------------------|--------------------------------------|
| Fluida | : udara |
| IPS | : 1,25 |
| SN | : 40 |
| hio | : 204,5292 Btu/j.ft ² .°F |
| <i>Pressure drop</i> | : 2,7375 psi |
| Bahan | : <i>Carbon steel SA 283 grade C</i> |
| U _C | : 156,8054 Btu/j.ft ² .°F |
| U _D | : 104,0863 Btu/j.ft ² .°F |
| R _{Dcal} | : 0,0032 ft ² .jam.F/Btu |
| R _{Dmin} | : 0,0030 ft ² .jam.F/Btu |
| Panjang <i>tube</i> | : 20 ft = 6,096 m |
| <i>Hairpin</i> | : 2 |

BAB IV

UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

4.1 Unit Pendukung Proses

Unit pendukung proses atau yang lebih dikenal dengan sebutan utilitas merupakan bagian penting untuk menunjang proses produksi dalam pabrik. Utilitas di pabrik *hexamine* yang dirancang antara lain meliputi unit pengadaan air (air pendingin, air konsumsi, sanitasi, dan air umpan *boiler*), unit pengadaan *steam*, unit pengadaan udara tekan, unit pengadaan listrik, dan unit pengadaan bahan bakar, dan unit refrigerasi.



1. Unit pengadaan air

Unit ini bertugas menyediakan dan mengolah air untuk memenuhi kebutuhan air sebagai berikut :

- a. Air pendingin
- b. Air umpan *boiler*
- c. Air konsumsi umum dan sanitasi

2. Unit pengadaan *steam*

Unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan *steam* sebagai media pemanas *evaporator*, *steam jet ejector* dan *heat exchanger*.

3. Unit pengadaan udara tekan

Unit ini bertugas untuk menyediakan udara tekan untuk kebutuhan instrumentasi *pneumatic*, untuk penyediaan udara tekan di bengkel dan untuk kebutuhan umum yang lain.

4. Unit pengadaan listrik

Unit ini bertugas menyediakan listrik sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, keperluan pengolahan air, peralatan-peralatan elektronik atau listrik AC, maupun untuk penerangan. Listrik di-*supply* dari PLN dan dari *generator* sebagai cadangan bila listrik dari PLN mengalami gangguan.

5. Unit pengadaan bahan bakar

Unit ini bertugas menyediakan bahan bakar untuk kebutuhan *boiler* dan *generator*.

6. Unit refrigerasi

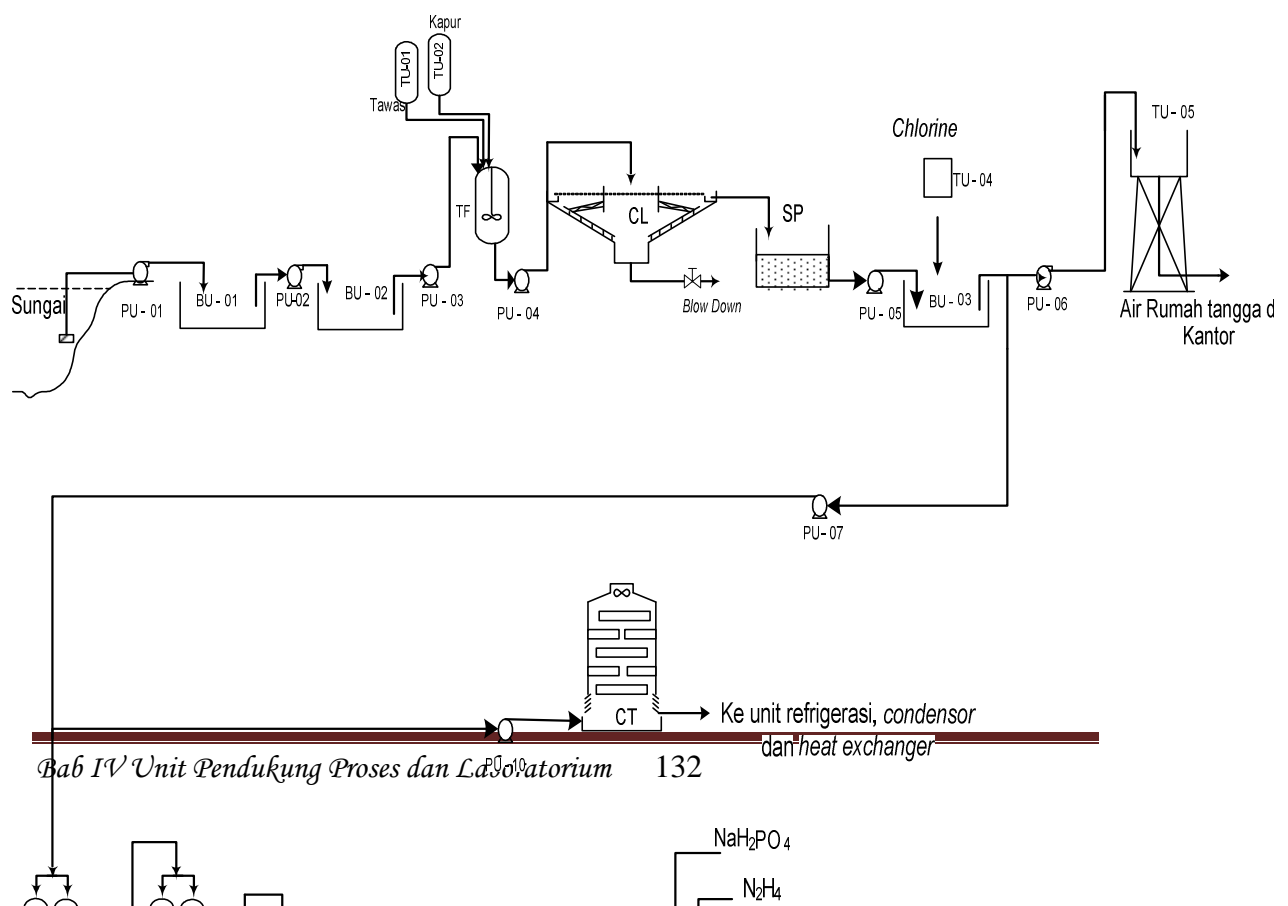


Unit ini bertugas untuk menyediakan air dingin (*chilled water*) yang berguna untuk menjaga temperatur proses yang dibawah temperatur ruangan.

4.1.1 Unit Pengadaan Air

Air yang digunakan adalah air sungai yang diperoleh dari Sungai Musi yang tidak jauh dari lokasi pabrik. Air Sungai Musi memiliki pH 7-9, *turbidity* 20-80 ppm dan kandungan SiO_2 10-25 ppm (PT Pupuk Sriwidjaja, 2010)

Untuk menghindari *fouling* yang terjadi pada alat-alat penukar panas maka perlu diadakan pengolahan air sungai. Pengolahan dilakukan secara fisis dan kimia. Pengolahan tersebut antara lain meliputi *screening*, pengendapan, penggumpalan, klorinasi, demineralisasi, dan deaerasi. Diagram alir dari pengolahan air sungai dapat dilihat pada gambar 4.1





Keterangan :

| | | | |
|----|----------------------------|----|------------------------|
| AE | : <i>Anion Exchanger</i> | BU | : Bak Utilitas |
| CL | : <i>Clarifier</i> | D | : <i>Deaerator</i> |
| KE | : <i>Kation Exchanger</i> | PU | : Pompa Utilitas |
| SP | : Saringan Pasir | TU | : Tangki Utilitas |
| TF | : Tangki <i>Flokulator</i> | CT | : <i>Cooling Tower</i> |

Gambar 4.1 Diagram Alir Pengolahan Air Sungai

(Wahyu, 2010)

Tahapan pengolahan adalah :

Air sungai dialirkan dari sungai ke kolam penampungan dengan menggunakan pompa. Sebelum masuk pompa, air dilewatkan pada *traveling screen* untuk menyaring partikel dengan ukuran besar. Pencucian dilakukan secara kontinyu. Setelah dipompa kemudian dialirkan ke *strainer* yang mempunyai saringan *stainless steel* 0,4 mm dan mengalami pencucian balik secara periodik. Air sungai kemudian dialirkan ke *flokulator*. Di dalam *flokulator* ditambahkan larutan tawas 5%, larutan kapur 5%. Dari *flokulator* air sungai kemudian dialirkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan gumpalan partikel-partikel halus. Endapan kemudian dikeluarkan sebagai *blowdown*, melalui bagian bawah



clarifier. Air sungai kemudian dialirkan ke saringan pasir untuk menghilangkan partikel-partikel yang masih lolos di *clarifier*. Air sungai yang sudah bersih kemudian dialirkan ke bak penampung air bersih. Dari bak penampung air bersih sebagian dipompa ke bak penampung air pendingin *cooling tower* untuk didistribusikan ke alat proses.

4.1.1.1 Air pendingin

Air pendingin yang digunakan adalah air sungai yang diperoleh dari Sungai Musi yang tidak jauh dari lokasi pabrik. Alasan digunakannya air sungai sebagai media pendingin adalah karena faktor-faktor sebagai berikut :

- Air sungai dapat diperoleh dalam jumlah yang besar dengan biaya murah.
- Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.

Air pendingin ini digunakan sebagai media pendingin pada reaktor, *baromatic condensor* dan *heat exchanger*. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air sungai sebagai pendingin adalah :

- Partikel-partikel besar/makroba (makhluk hidup sungai dan konstituen lain).
- Partikel-partikel kecil/mikroba (ganggang dan mikroorganisme sungai).

Tabel 4.1 Kebutuhan air pendingin

| No | Kode Alat | Nama Alat | Kebutuhan (kg/jam) |
|----|-----------|-----------|----------------------|
|----|-----------|-----------|----------------------|



| | | | |
|---|-------|-----------------------|-------------|
| 1 | R-01 | Reaktor-01 | 28.897,0445 |
| 2 | R-02 | Reaktor-02 | 1.296,3135 |
| 3 | CD-01 | Kondensor-01 | 349,1007 |
| 4 | CD-02 | Kondensor-02 | 31,2341 |
| 5 | HE-02 | Heat exchanger-02 | 3.006,9084 |
| 6 | CDU | Kondensor refrigerasi | 94.849,9301 |

Total kebutuhan air pendingin = 95.396,7571 kg/jam

Densitas air pada 35°C adalah = 994,3965 kg/m³ (Geankoplis, 2003)

Kebutuhan air pendingin ini dibutuhkan pada suhu masuk unit proses 35 °C dan keluar unit proses pada suhu 45 °C. Keluar air pendingin pada suhu 45 °C didinginkan kembali menggunakan *cooling tower* sehingga suhu air pendingin kembali 35 °C. Kebutuhan air pendingin sebesar 95.396,7571 kg/jam adalah waktu *start up* pada waktu pabrik berjalan kontinyu hanya dibutuhkan *make up* air sebesar 9.539,6757 kg/jam.

Unit air pendingin ini berinteraksi dengan air dingin dari unit refrigerasi. Air pendingin dan air dingin dari unit refrigerasi tertampung dalam bak air pendingin.

4.1.1.2 Air umpan boiler

Untuk kebutuhan umpan boiler sumber air yang digunakan adalah air sungai. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

- a. Kandungan yang dapat menyebabkan korosi



Korosi yang terjadi di dalam *boiler* disebabkan karena air mengandung larutan - larutan asam dan gas - gas yang terlarut.

b. Kandungan yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*)

Pembentukan kerak disebabkan karena adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam - garam karbonat dan silikat.

c. Kandungan yang dapat menyebabkan pembusaan (*foaming*)

Air yang diambil dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada *boiler* dan alat penukar panas karena adanya zat - zat organik, anorganik, dan zat - zat yang tidak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi pada alkalinitas tinggi.

Kebutuhan air untuk steam dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.2 Kebutuhan Air untuk Steam

| No | Kode Alat | Nama Alat | Kebutuhan (kg/jam) |
|----|-----------|-----------------------------|----------------------|
| 1 | HE-01 | <i>Heat Exchanger-01</i> | 6387,6234 |
| 2 | EV-01 | <i>Evaporator-01</i> | 188,9095 |
| 3 | EV-02 | <i>Evaporator-02</i> | 20,3502 |
| 4 | EJ-01 | <i>Steam Jet Ejector-01</i> | 9946,6821 |
| 5 | EJ-02 | <i>Steam Jet Ejector-02</i> | 1046,8497 |
| 6 | HE-03 | <i>Heat Exchanger-03</i> | 508,9813 |



Jumlah air yang digunakan adalah sebesar 18099,3963 kg/jam = 17,9980 m³/jam. Jumlah air ini hanya pada awal *start up* pabrik. Untuk kebutuhan selanjutnya hanya menggunakan air *make up* saja. Jumlah air untuk keperluan *make up* air umpan *boiler* sebesar 3619,8793 kg/jam.

Pengolahan air umpan *boiler*

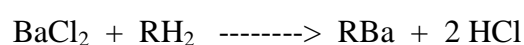
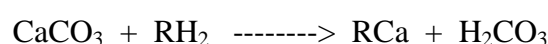
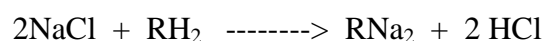
Air yang berasal dari sungai belum memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai umpan *boiler*, sehingga harus menjalani proses pengolahan terlebih dahulu. Air umpan *boiler* harus memenuhi persyaratan tertentu agar tidak menimbulkan masalah-masalah seperti :

- Pembentukan kerak pada *boiler*
- Terjadinya korosi pada *boiler*
- Pembentukan busa di atas permukaan dalam drum *boiler*

Tahapan pengolahan air agar dapat digunakan sebagai air umpan *boiler* meliputi :

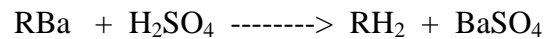
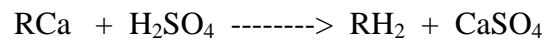
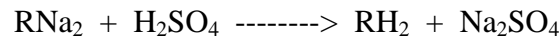
1. Kation Exchanger

Kation exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion positif yang terlarut dalam air lunak. Alat ini berupa silinder tegak yang berisi tumpukan butir-butir resin penukar ion. Resin yang digunakan adalah jenis C-300 dengan notasi RH₂. Adapun reaksi yang terjadi dalam *kation exchanger* adalah:



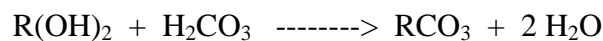
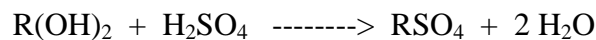
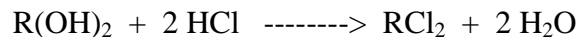


Apabila resin sudah jenuh maka pencucian dilakukan dengan menggunakan larutan H_2SO_4 2%. Reaksi yang terjadi pada waktu regenerasi adalah:

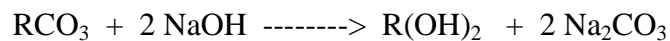
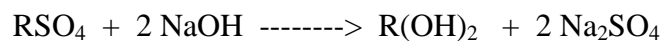
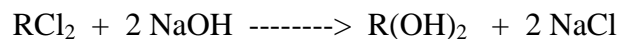


2. Anion Exchanger

Alat ini hampir sama dengan *kation exchanger* namun memiliki fungsi yang berbeda yaitu mengikat ion-ion negatif yang ada dalam air lunak. Dan resin yang digunakan adalah jenis C - 500P dengan notasi $\text{R}(\text{OH})_2$. Reaksi yang terjadi di dalam *anion exchanger* adalah:



Pencucian resin yang sudah jenuh digunakan larutan NaOH 4%. Reaksi yang terjadi saat regenerasi adalah:



3. Deaerasi

Merupakan proses penghilangan gas - gas terlarut, terutama oksigen dan karbon dioksida dengan cara pemanasan menggunakan *steam*. Oksigen terlarut dapat merusak baja. Gas – gas ini kemudian dibuang ke atmosfer.

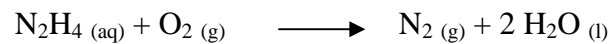
4. Tangki Umpan Boiler



Unit ini berfungsi menampung air umpan *boiler* dengan waktu tinggal 24 jam. Ke dalam tangki ini ditambahkan bahan-bahan yang dapat mencegah korosi dan kerak, antara lain:

a. Hidrazin (N_2H_4)

Zat ini berfungsi untuk menghilangkan sisa-sisa gas terlarut terutama gas oksigen sehingga dapat mencegah korosi pada *boiler*. Adapun reaksi yang terjadi adalah:



b. NaH_2PO_4

Zat ini berfungsi untuk mencegah timbulnya kerak dengan kadar 12 - 17 ppm.

4.1.1.3 Air konsumsi umum dan sanitasi

Sumber air untuk keperluan konsumsi dan sanitasi juga berasal dari air sungai. Air ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan air minum, laboratorium, kantor, perumahan, dan pertamanan. Air konsumsi dan sanitasi harus memenuhi beberapa syarat, yang meliputi syarat fisik, syarat kimia, dan syarat bakteriologis.

Syarat fisik :

- Suhu di bawah suhu udara luar
- Warna jernih
- Tidak mempunyai rasa dan tidak berbau

Syarat kimia :



a. Tidak mengandung zat organik

b. Tidak beracun

Syarat bakteriologis :

Tidak mengandung bakteri – bakteri, terutama bakteri yang *pathogen*.

Jumlah air sungai untuk air konsumsi dan sanitasi

Jumlah air sungai untuk air konsumsi dan sanitasi = 963,3333 kg/jam

$$= 0,9688 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Tabel 4.3 Jumlah Total Kebutuhan Air

| Komponen | Jumlah kebutuhan | |
|---------------------------------|------------------|---------------------|
| | Kg/jam | m ³ /jam |
| Air <i>make up</i> umpan boiler | 3619,8793 | 3,5996 |
| Air konsumsi dan sanitasi | 963,3333 | 0,9688 |
| Air pendingin | 9539,6757 | 14,5380 |
| Total | 14122,8883 | 19,1064 |

Untuk keamanan dipakai 10 % lebih, maka :

$$\text{Total kebutuhan} = 15535,1771 \text{ kg/jam} = 21,10170 \text{ m}^3/\text{jam}$$



4.1.2 Unit Pengadaan Steam

Steam yang diproduksi pada pabrik *hexamine* ini digunakan sebagai media pemanas *evaporator*, *steam jet ejector* dan *heat exchanger*. Untuk memenuhi kebutuhan *steam* digunakan 1 buah *boiler*. Steam yang dihasilkan dari *boiler* ini mempunyai suhu 150 °C dan tekanan 4,698 atm.

Jumlah *steam* yang dibutuhkan sebesar 18099,3963 kg/jam. Untuk menjaga kemungkinan kebocoran *steam* pada saat distribusi dan *make up blowdown* pada *boiler* maka, jumlah *steam* dlebihkan sebanyak 10 %. Jadi jumlah *steam* yang dibutuhkan adalah 19909,3359 kg/jam .

Perancangan *boiler* :

Dirancang untuk memenuhi kebutuhan *steam*

Steam yang dihasilkan : T = 302 °F

P = 60,5 psia

λ_{steam} = 271,7455 BTU/lbm

Untuk tekanan < 200 psia, digunakan boiler jenis *fire tube boiler*.

- Menentukan luas penampang perpindahan panas

Daya yang diperlukan *boiler* untuk menghasilkan *steam* dihitung dengan persamaan :

$$Daya = \frac{ms.(h - hf)}{970,3 \times 34,5}$$

Dengan :



m_s = massa *steam* yang dihasilkan (lb/jam)

h = entalpi *steam* pada P dan T tertentu (BTU/lbm)

h_f = entalpi umpan (BTU/lbm)

dimana : $m_s = 43892,1220$ lb/jam

$h = 271,7455$ BTU/lbm

Umpan air terdiri dari 20 % *make up water* dan 80 % kondensat. *Make up water* adalah air pada suhu 35 °C dan kondensat pada suhu 130 °C.

$h_f = 200,4929$ BTU/lbm

Jadi daya yang dibutuhkan adalah sebesar = 93,4248 HP

ditentukan luas bidang pemanasan = 12 ft²/HP

Total *heating surface* = 1739,4589ft²

- Perhitungan kapasitas boiler

$$\begin{aligned} Q &= m_s (h - h_f) \\ &= 43892,122 (271,7455 - 200,4929) \\ &= 3127426,4516 \text{ BTU/jam} \end{aligned}$$

- Kebutuhan bahan bakar

Bahan bakar diperoleh dari IDO (*Industrial Diesel Oil*)

Heating value (HV) IDO = 18800 BTU/lb

Densitas = 54,3188 lb/ft³

Jumlah bahan bakar IDO untuk memenuhi kebutuhan panas yang ada sebanyak 135,5015 L/jam

Spesifikasi *boiler* yang dibutuhkan :

Kode : B-01



| | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Fungsi | : Memenuhi kebutuhan <i>steam</i> |
| Jenis | : <i>Fire tube boiler</i> |
| Jumlah | : 1 buah |
| Tekanan <i>steam</i> | : 69,06 psia (4,698 atm) |
| Suhu <i>steam</i> | : 302 °F (150 °C) |
| Efisiensi | : 80 % |
| Bahan bakar | : IDO |
| Kebutuhan bahan bakar | : 135,5015 L/jam |

4.1.3 Unit Pengadaan Udara Tekan

Kebutuhan udara tekan untuk prarancangan pabrik *hexamine* ini diperkirakan sebesar 100 m³/jam, tekanan 100 psi dan suhu 35 °C. Alat untuk menyediakan udara tekan berupa kompresor yang dilengkapi dengan *dryer* yang berisi *silica gel* untuk menyerap kandungan air sampai maksimal 84 ppm.

Spesifikasi kompresor yang dibutuhkan :

| | |
|--------------------------|--|
| Kode | : KU-01 |
| Fungsi | : Memenuhi kebutuhan udara tekan |
| Jenis | : <i>Single Stage Reciprocating Compressor</i> |
| Jumlah | : 1 buah |
| Kapasitas | : 100 m ³ /jam |
| Tekanan <i>suction</i> | : 14,7 psi (1 atm) |
| Tekanan <i>discharge</i> | : 100 psi (6,8 atm) |
| Suhu udara | : 35 °C |
| Efisiensi | : 80 % |



| | |
|----------------|----------------|
| Daya kompresor | : 15 HP |
| Tegangan | : 220/380 volt |
| Frekuensi | : 50 Hz |

4.1.4 Unit Pengadaan Listrik

Kebutuhan tenaga listrik di pabrik hexamine ini dipenuhi oleh PLN dan *generator* pabrik. Hal ini bertujuan agar pasokan tenaga listrik dapat berlangsung kontinyu meskipun ada gangguan pasokan dari PLN. *Generator* yang digunakan adalah *generator* arus bolak-balik dengan pertimbangan :

- Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar
- Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan

Kebutuhan listrik di pabrik ini antara lain terdiri dari :

1. Listrik untuk keperluan proses dan utilitas
2. Listrik untuk penerangan
3. Listrik untuk AC
4. Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi
5. Listrik untuk alat-alat elektronik

Besarnya kebutuhan listrik masing – masing keperluan di atas dapat diperkirakan sebagai berikut :

4.1.4.1 Listrik untuk keperluan proses dan utilitas

Kebutuhan listrik untuk keperluan proses dan keperluan pengolahan air diperkirakan sebagai berikut :

Tabel 4.4 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas



| Nama Alat | Jumlah | HP | Total HP |
|-----------|--------|-------|----------|
| P-01 | 1 | 10 | 10 |
| P-02 | 1 | 0,75 | 0,75 |
| P-03 | 1 | 0,75 | 0,75 |
| P-04 | 1 | 0,05 | 0,05 |
| P-05 | 1 | 0,08 | 0,08 |
| P-06 | 1 | 0,05 | 0,05 |
| R-01 | 1 | 5 | 5 |
| R-02 | 1 | 5 | 5 |
| E | 1 | 5 | 5 |
| CF | 1 | 0,125 | 0,125 |
| SC | 1 | 0,125 | 0,125 |
| RD | 1 | 20 | 20 |
| BL | 1 | 1,5 | 1,5 |
| BC | 1 | 0,5 | 0,5 |
| BE | 1 | 3 | 3 |
| PU-01 | 1 | 0,33 | 0,33 |
| PU-02 | 1 | 0,125 | 0,125 |
| PU-03 | 1 | 1 | 1 |
| PU-04 | 1 | 0,75 | 0,75 |
| PU-05 | 1 | 0,25 | 0,25 |
| PU-06 | 1 | 0,17 | 0,17 |



| | | | |
|--------|---|---------|----------|
| PU-07 | 1 | 1 | 1 |
| PU-08 | 1 | 0,33 | 0,33 |
| PU-09 | 1 | 1 | 1 |
| PU-10 | 1 | 0,33 | 0,33 |
| PU-11 | 1 | 0,33 | 0,33 |
| PU-12 | 1 | 0,5 | 0,5 |
| PU-13 | 1 | 0,05 | 0,05 |
| PU-14 | 1 | 0,05 | 0,05 |
| PU-15 | 1 | 0,05 | 0,05 |
| PU-16 | 1 | 0,5 | 0,5 |
| PU-17 | 1 | 0,17 | 0,17 |
| PU-18 | 1 | 1 | 1 |
| PU-19 | 1 | 1,5 | 1,5 |
| PU-20 | 1 | 3 | 3 |
| PU-21 | 1 | 1,5 | 1,5 |
| PU-22 | 1 | 0,05 | 0,05 |
| FL | 1 | 0,17 | 0,17 |
| FN | 2 | 3 | 6 |
| KU-01 | 1 | 15 | 15 |
| KU-02 | 1 | 170,926 | 170,926 |
| Jumlah | | | 202,7927 |

Jadi jumlah listrik yang dikonsumsi untuk keperluan proses dan

utilitas sebesar 254,73 HP. Diperkirakan kebutuhan listrik untuk alat yang



tidak terdiskripsikan sebesar $\pm 10\%$ dari total kebutuhan. Maka total kebutuhan listrik adalah 280,20 HP atau sebesar 208,94 kW.

4.1.4.2 Listrik untuk penerangan

Untuk menentukan besarnya tenaga listrik digunakan persamaan :

$$L = \frac{a.F}{U.D}$$

dengan :

L : Lumen per outlet

a : Luas area, ft²

F : foot candle yang diperlukan (tabel 13 Perry 6th ed)

U : Koefisien utilitas (tabel 16 Perry 6th ed)

D : Efisiensi lampu (tabel 16 Perry 6th ed)

Tabel 4.5 Jumlah Lumen Berdasarkan luas bangunan

| Bangunan | Luas, m ² | Luas, ft ² | F | U | D | Lumen |
|---------------|----------------------|-----------------------|-------|------|------|-------------|
| Pos keamanan | 30 | 322,91 | 20,00 | 0,42 | 0,75 | 20502,188 |
| Parkir | 700 | 7534,55 | 10,00 | 0,49 | 0,75 | 205021,879 |
| Musholla | 150 | 1614,55 | 20,00 | 0,55 | 0,75 | 78281,081 |
| Kantin | 150 | 1614,55 | 20,00 | 0,51 | 0,75 | 84420,774 |
| Kantor | 1500 | 16145,47 | 35,00 | 0,60 | 0,75 | 1255759,008 |
| Poliklinik | 300 | 3229,09 | 20,00 | 0,56 | 0,75 | 153766,409 |
| Ruang kontrol | 300 | 3229,09 | 40,00 | 0,56 | 0,75 | 307532,818 |
| Laboratorium | 300 | 3229,09 | 40,00 | 0,56 | 0,75 | 307532,818 |



| | | | | | | |
|------------------------|-------|-----------|-------|------|------|-------------|
| Proses | 800 | 8610,92 | 30,00 | 0,59 | 0,75 | 583791,113 |
| Utilitas | 1400 | 15069,11 | 10,00 | 0,59 | 0,75 | 340544,816 |
| Ruang <i>generator</i> | 320 | 3444,37 | 10,00 | 0,51 | 0,75 | 90048,825 |
| Bengkel | 320 | 3444,37 | 40,00 | 0,51 | 0,75 | 360195,301 |
| Garasi | 400 | 4305,46 | 10,00 | 0,51 | 0,75 | 112561,031 |
| Gudang | 300 | 3229,09 | 5,00 | 0,51 | 0,75 | 42210,387 |
| Pemadam | 240 | 2583,28 | 20,00 | 0,51 | 0,75 | 135073,238 |
| Tangki bahan baku | 840 | 9041,46 | 10,00 | 0,51 | 0,75 | 236378,166 |
| Tangki produk | 1000 | 10763,65 | 10,00 | 0,51 | 0,75 | 281402,579 |
| Jalan dan taman | 2400 | 25832,76 | 5,00 | 0,55 | 0,75 | 313124,324 |
| Area perluasan | 1950 | 20989,11 | 5,00 | 0,57 | 0,75 | 245486,723 |
| Jumlah | 13400 | 144232,89 | | | | 5153633,478 |

Jumlah *lumen* :

* untuk penerangan dalam ruangan = 4637233,818 lumen

* untuk penerangan bagian luar ruangan = 558611,047 lumen

Untuk semua area dalam bangunan direncanakan menggunakan lampu *fluorescent* 40 Watt dimana satu buah lampu instant *starting daylight* 40 W mempunyai 1920 *lumen* (Tabel 18 Perry 6th ed.).

$$\begin{aligned}\text{Jadi jumlah lampu dalam ruangan} &= \frac{4637233,818}{1920} \\ &= 2416 \text{ buah}\end{aligned}$$



Untuk penerangan bagian luar ruangan digunakan lampu *mercury* 100 Watt, dimana *lumen output* tiap lampu adalah 3000 *lumen* (Perry 6th ed.).

$$\text{Jadi jumlah lampu luar ruangan} = \frac{558611,047}{3000} = 187 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned} \text{Total daya penerangan} &= (40 \text{ W} \times 2416 + 100 \text{ W} \times 187) \\ &= 115340 \text{ W} \\ &= 115,340 \text{ kW} \end{aligned}$$

4.1.4.3 Listrik untuk AC

Diperkirakan menggunakan tenaga listrik sebesar 15.000 Watt atau 15 kW

4.1.4.4 Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi

Diperkirakan menggunakan tenaga listrik sebesar 10.000 Watt atau 10 kW.

Tabel 4.6 Total Kebutuhan Listrik Pabrik

| No. | Kebutuhan Listrik | Tenaga listrik, kW |
|-----|--|--------------------|
| 1. | Listrik untuk keperluan proses dan utilitas | 208,94 |
| 2. | Listrik untuk keperluan penerangan | 115,34 |
| 3. | Listrik untuk AC | 15 |
| 4. | Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi | 10 |
| | Total | 349,28 |



Generator yang digunakan sebagai cadangan sumber listrik mempunyai efisiensi 80 %, sehingga *generator* yang disiapkan harus mempunyai *output* sebesar 436,61 kW.

Dipilih menggunakan *generator* dengan daya 500 kW, sehingga masih tersedia cadangan daya sebesar 63,39 kW.

Spesifikasi *generator* yang diperlukan :

| | |
|-------------|-----------------------|
| Jenis | : AC <i>generator</i> |
| Jumlah | : 1 buah |
| Kapasitas | : 500 kW |
| Tegangan | : 220/360 Volt |
| Efisiensi | : 80 % |
| Bahan bakar | : IDO |

4.1.5 Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar mempunyai tugas untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar *boiler* dan *generator*. Jenis bahan bakar yang digunakan adalah IDO (*Industrial Diesel Oil*). IDO diperoleh dari Pertamina dan distributornya. Pemilihan IDO sebagai bahan bakar didasarkan pada alasan :

1. Mudah didapat
2. Lebih ekonomis
3. Mudah dalam penyimpanan

Bahan bakar solar yang digunakan mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

| | |
|-------------------------|----------------|
| <i>Specific gravity</i> | : 0,8691 |
| <i>Heating Value</i> | : 18800 Btu/lb |



Efisiensi bahan bakar : 80%

Densitas : 54,3187 lb/ft³

a. Kebutuhan bahan bakar untuk *boiler*

Kapasitas *boiler* = 3127426,4516 Btu/jam

Kebutuhan bahan bakar = 135,5015 liter/jam

b. Kebutuhan bahan bakar untuk *generator*

Bahan bakar = $\frac{\text{Kapasitas alat}}{\text{eff} \cdot \rho \cdot h}$

Kapasitas *generator* = 500 kW

= 1.706.077,05 Btu/jam

Kebutuhan bahan bakar = 2,09 ft³/jam

= 59,14 L/jam

4.1.6. Unit Refrigerasi

Unit refrigerasi bertugas untuk menyuplai air dingin dengan suhu 10 °C.

Air dingin digunakan sebagai media pendingin pada reaktor.

Tabel 4.7 Total Kebutuhan Air Dingin

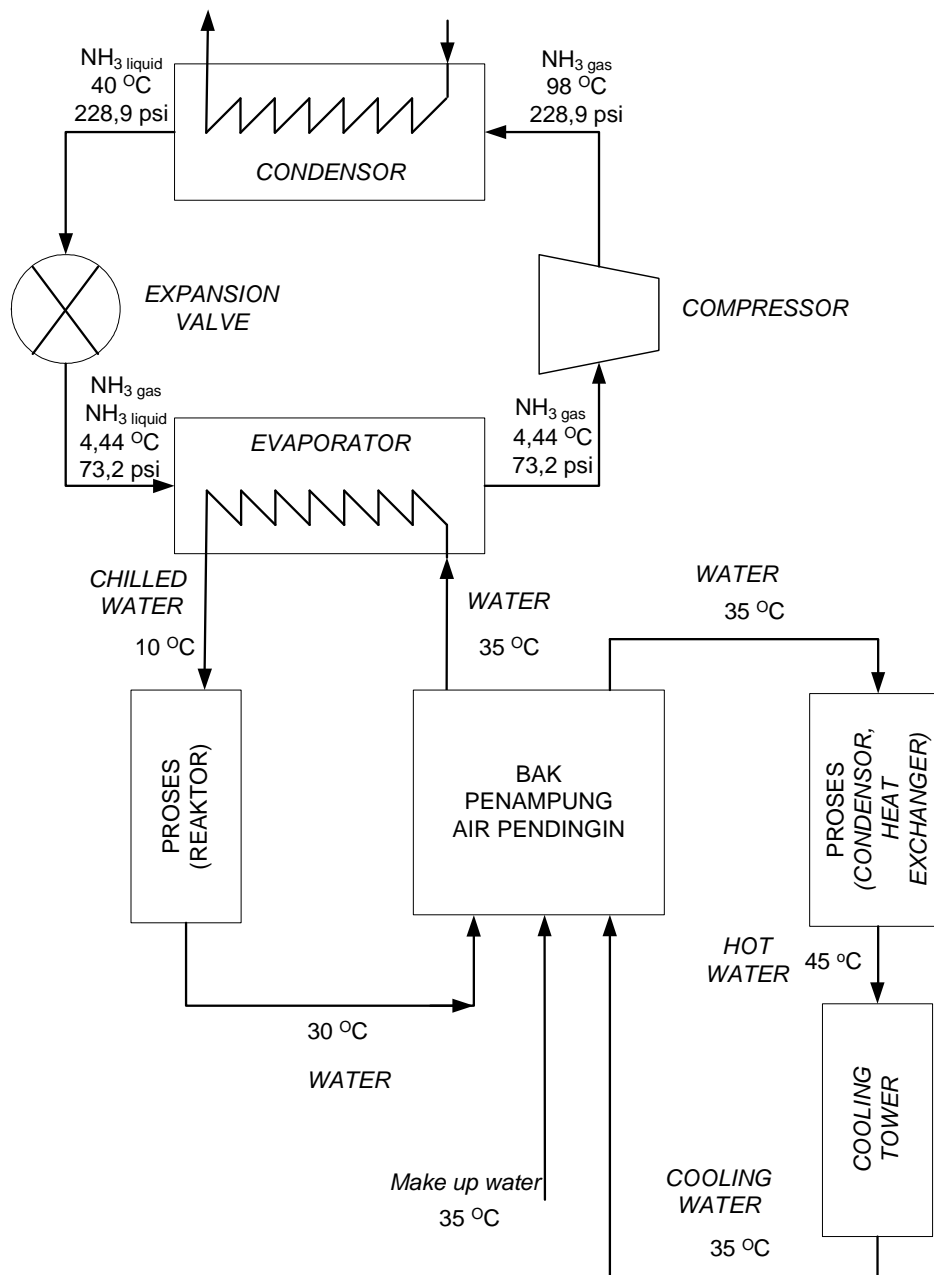
| Nama alat | Kg/jam |
|------------|-------------|
| Reaktor-01 | 28.897,0445 |
| Reaktor-02 | 1.296,3135 |
| Total | 30.193,3580 |

Unit refrigerasi yang dipilih adalah tipe *Mechanical Compression*. Alasan pemilihan tipe ini adalah :



- a. Dapat digunakan antara *range* suhu -200 s/d 40°F.
- b. Paling sering digunakan dan murah.

Untuk unit ini digunakan pendingin berupa amonia cair dengan suhu masuk 4°C. Dipilihnya amonia sebagai *refrigerant* karena zat ini memiliki suhu yang rendah dan murah. Unit ini bertugas untuk mendinginkan air dari 35 °C menjadi 10 °C. Adapun beban unit ini adalah 200,7816 ton *refrigerant* (1 ton *refrigerant* = 12.000 Btu/jam). Unit ini terdiri dari *heat exchanger*, kompresor, kondensor dan *expansion valve*.



Gambar 4.2 Skema Unit Refrigerasi



4.2 Laboratorium

Laboratorium memiliki peranan sangat besar di dalam suatu pabrik untuk memperoleh data – data yang diperlukan. Data – data tersebut digunakan untuk evaluasi unit-unit yang ada, menentukan tingkat efisiensi, dan untuk pengendalian mutu.

Pengendalian mutu atau pengawasan mutu di dalam suatu pabrik pada hakekatnya dilakukan dengan tujuan mengendalikan mutu produk yang dihasilkan agar sesuai dengan standar yang ditentukan. Pengendalian mutu dilakukan mulai bahan baku, saat proses berlangsung, dan juga pada hasil atau produk.

Pengendalian rutin dilakukan untuk menjaga agar kualitas dari bahan baku dan produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Dengan pemeriksaan secara rutin juga dapat diketahui apakah proses berjalan normal atau menyimpang. Jika diketahui analisa produk tidak sesuai dengan yang diharapkan maka dengan mudah dapat diketahui atau diatasi.

Laboratorium berada di bawah bidang teknik dan perekayasaan yang mempunyai tugas pokok antara lain :

- a. Sebagai pengontrol kualitas bahan baku dan pengontrol kualitas produk
- b. Sebagai pengontrol terhadap proses produksi
- c. Sebagai pengontrol terhadap mutu air pendingin, air umpan *boiler*, dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi



Laboratorium melaksanakan kerja 24 jam sehari dalam kelompok kerja *shift* dan *non-shift*.

1. Kelompok *shift*

Kelompok ini melaksanakan tugas pemantauan dan analisa – analisa rutin terhadap proses produksi. Dalam melaksanakan tugasnya, kelompok ini menggunakan sistem bergilir, yaitu sistem kerja *shift* selama 24 jam dengan dibagi menjadi 3 *shift*. Masing – masing *shift* bekerja selama 8 jam.

2. Kelompok *non-shift*

Kelompok ini mempunyai tugas melakukan analisa khusus yaitu analisa yang sifatnya tidak rutin dan menyediakan reagen kimia yang diperlukan di laboratorium. Dalam rangka membantu kelancaran pekerjaan kelompok *shift*, kelompok ini melaksanakan tugasnya di laboratorium utama dengan tugas antara lain :

- a. Menyediakan *reagent* kimia untuk analisa laboratorium
- b. Melakukan analisa bahan pembuangan penyebab polusi
- c. Melakukan penelitian atau percobaan untuk membantu kelancaran produksi

Dalam menjalankan tugasnya, bagian laboratorium dibagi menjadi :

1. Laboratorium fisik
2. Laboratorium analitik
3. Laboratorium penelitian dan pengembangan



4.2.1 Laboratorium Fisik

Bagian ini bertugas mengadakan pemeriksaan atau pengamatan terhadap sifat – sifat bahan baku dan produk. Pengamatan yang dilakukan meliputi *specific gravity*, viskositas, dan kandungan air.

4.2.2 Laboratorium Analitik

Bagian ini mengadakan pemeriksaan terhadap bahan baku dan produk mengenai sifat – sifat kimianya.

Analisa yang dilakukan antara lain :

- kadar kandungan kimiawi dalam produk
- kandungan logam

4.2.3 Laboratorium Penelitian dan Pengembangan

Bagian ini bertujuan untuk mengadakan penelitian, misalnya :

- diversifikasi produk
- perlindungan terhadap lingkungan

Disamping mengadakan penelitian rutin, laboratorium ini juga mengadakan penelitian yang sifatnya non rutin, misalnya penelitian terhadap produk di unit tertentu yang tidak biasanya dilakukan penelitian guna mendapatkan alternatif lain terhadap penggunaan bahan baku.

4.2.4 Prosedur Analisa Bahan Baku

4.2.4.1 Densitas

Alat : Hidrometer



Cara pengujian :

- Menuang sampel ke dalam gelas ukur 1 liter (usahakan tidak terbentuk gelembung).
- Memasukkan termometer ke dalam gelas ukur.
- Memasukkan hidrometer yang telah dipilih sesuai dengan sampel.
- Memasukkan hidrometer terapung pada sampel sampai konstan lalu membaca skala pada hidrometer tersebut.
- Mengkonversi menggunakan tabel yang tersedia.

4.2.4.2 Viskositas

Alat : *Viskometer tube, bath, stopwatch*, termometer.

Cara pengujian :

- Mengisikan sampel dengan volume tertentu (sesuai dengan kapasitas kapiler) ke dalam *viskometer tube* yang telah dipilih.
- Memasukkan sampel ke dalam *bath*, diamkan selama 15 menit agar temperatur sampel sesuai dengan temperatur bath/temperatur pengetesan.
- Pengetesan dilakukan dengan mengalirkan sampel melalui kapiler sambil menghitung alirnya.

4.2.5 Prosedur Analisa Produk

4.2.5.1. *Infra red Spectrofotometer (IRS).*

Mengambil sampel *hexamine* secukupnya kemudian dianalisa langsung menggunakan *Infra Red Spectrofotometer (IRS)*. Dengan alat ini dapat ditentukan



kandungan gugus organik yang tersusun, apakah sudah memenuhi kriteria sebagai produk atau belum.

4.2.5.2. X-Ray Defragtometer (XRD)

X-Ray Defragtometer (XRD) dapat digunakan untuk analisa kuantitatif hampir semua material padat. Kerja alat ini adalah dengan menganalisa komponen dalam padatan dan ditentukan kadarnya dalam sampel melalui grafik yang ditampilkan. (Datrow & Clark, 2008)

4.2.5.3 Analisis kandungan air

Untuk menganalisa kandungan air dalam padatan salah satu caranya adalah dengan menggunakan alat *Water Content Analyzer*. Dengan alat ini dapat diketahui kandungan air dan berat kering dari berbagai macam produk dan material. Pada pabrik digunakan untuk mengontrol kualitas padatan yang mengandung air. Kerja alat ini adalah dengan menempatkan sampel produk pada ruang pengeringan dalam alat dan dengan menekan tombol *start* maka analisis akan segera dilakukan. Sampel diukur dalam 3 macam pilihan berat yaitu 50 g, 110 g, atau 310 g. Data yang ditampilkan berupa grafik. (Adam, 2010)

4.2.6 Analisa Air

Air yang dianalisis antara lain:

1. Air pendingin
2. Air umpan *boiler*
3. Air konsumsi umum dan sanitasi



Parameter yang diuji antara lain warna, pH, kandungan klorin, tingkat kekeruhan, total kesadahan, jumlah padatan, total alkalinitas, sulfat, silika, dan konduktivitas air.

Alat-alat yang digunakan dalam laboratorium analisa air ini antara lain:

1. pH meter, digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman/kebasaan air.
2. Spektrofotometer, digunakan untuk mengetahui konsentrasi suatu senyawa terlarut dalam air.
3. *Spectroscopy*, digunakan untuk mengetahui kadar silika, sulfat, hidrazin, turbiditas, kadar fosfat, dan kadar sulfat.
4. Peralatan titrasi, untuk mengetahui jumlah kandungan klorida, kesadahan dan alkalinitas.
5. *Conductivity meter*, untuk mengetahui konduktivitas suatu zat yang terlarut dalam air.

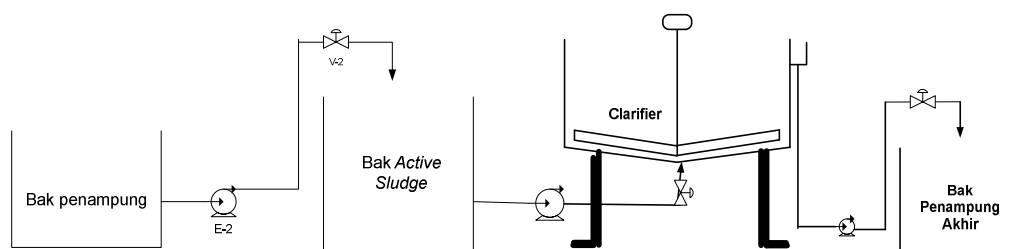
Air umpan *boiler* yang dihasilkan unit demineralisasi juga diuji oleh laboratorium ini. Parameter yang diuji antara lain pH, konduktivitas dan kandungan silikat (SiO_2), kandungan Mg^{2+} , Ca^{2+} .

4.3 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan pabrik *hexamine* berupa limbah cair larutan CH_2O , CH_3OH , NH_3 dan H_2O hasil kondensasi dari EV-01 dan limbah cair larutan CH_2O , CH_3OH dan H_2O hasil kondensasi dari EV-02. Limbah cair dari EV-01 dan EV-02 diolah secara bersamaan. Limbah cair tersebut masih mengandung NH_3 yang melebihi batas yaitu lebih dari 5 mg/l sehingga terlebih



dahulu dilewatkan dalam *stripper* untuk mengurangi kadar amonia. Hasil atas dari *stripper* sudah di bawah ambang batas kandungan amonia di udara yaitu kurang dari 2 ppm dan hasil bawah dari *stripper* ditampung dalam bak penampung. Pengolahan limbah cair setelah melewati bak penampung dapat dilihat pada gambar 4.3. Limbah cair ini diolah dengan cara melewatkannya pada bak *active sludge*, kemudian limbah dilewatkan pada *clarifier* untuk memisahkan endapan dengan cairan bersihnya. Endapan yang keluar dari *clarifier* ditampung dalam bak penampung *sludge* sedangkan cairan bersihnya ditampung dalam bak penampung akhir untuk kemudian dibuang di sungai



Gambar 4.3 Skema Pengolahan Limbah Cair



BAB IV

UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

4.1 Unit Pendukung Proses

Unit pendukung proses atau yang lebih dikenal dengan sebutan utilitas merupakan bagian penting untuk menunjang proses produksi dalam pabrik. Utilitas di pabrik *hexamine* yang dirancang antara lain meliputi unit pengadaan air (air pendingin, air konsumsi, sanitasi, dan air umpan *boiler*), unit pengadaan *steam*, unit pengadaan udara tekan, unit pengadaan listrik, dan unit pengadaan bahan bakar, dan unit refrigerasi.

7. Unit pengadaan air

Unit ini bertugas menyediakan dan mengolah air untuk memenuhi kebutuhan air sebagai berikut :

- a. Air pendingin
- b. Air umpan *boiler*
- c. Air konsumsi umum dan sanitasi

8. Unit pengadaan *steam*

Unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan *steam* sebagai media pemanas *evaporator*, *steam jet ejector* dan *heat exchanger*.

9. Unit pengadaan udara tekan



Unit ini bertugas untuk menyediakan udara tekan untuk kebutuhan instrumentasi *pneumatic*, untuk penyediaan udara tekan di bengkel dan untuk kebutuhan umum yang lain.

10. Unit pengadaan listrik

Unit ini bertugas menyediakan listrik sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, keperluan pengolahan air, peralatan-peralatan elektronik atau listrik AC, maupun untuk penerangan. Listrik di-supply dari PLN dan dari *generator* sebagai cadangan bila listrik dari PLN mengalami gangguan.

11. Unit pengadaan bahan bakar

Unit ini bertugas menyediakan bahan bakar untuk kebutuhan *boiler* dan *generator*.

12. Unit refrigerasi

Unit ini bertugas untuk menyediakan air dingin (*chilled water*) yang berguna untuk menjaga temperatur proses yang dibawah temperatur ruangan.

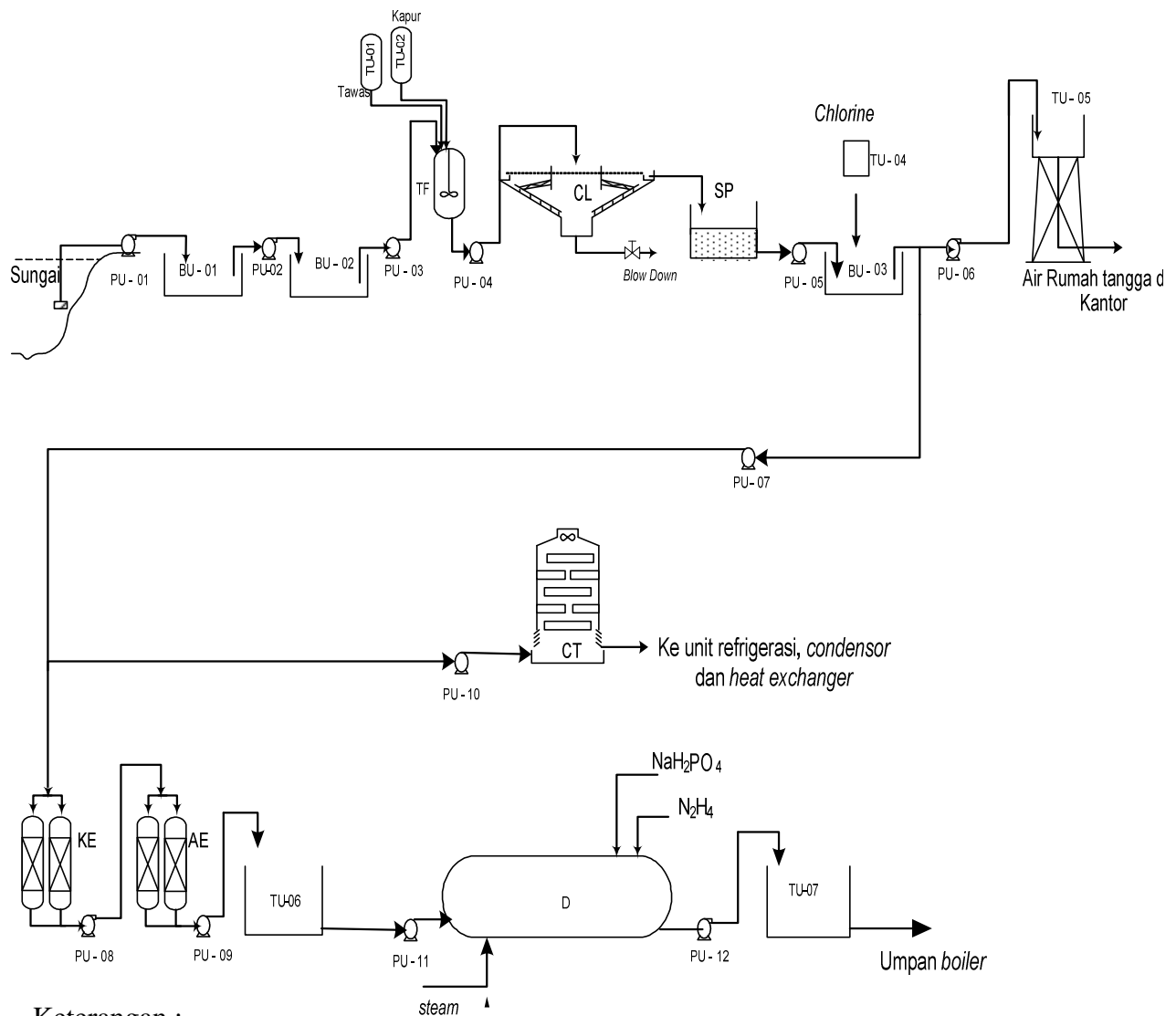
4.1.2 Unit Pengadaan Air

Air yang digunakan adalah air sungai yang diperoleh dari Sungai Musi yang tidak jauh dari lokasi pabrik. Air Sungai Musi memiliki pH 7-9, *turbidity* 20-80 ppm dan kandungan SiO_2 10-25 ppm (PT Pupuk Sriwidjaja, 2010)

Untuk menghindari *fouling* yang terjadi pada alat-alat penukar panas maka perlu diadakan pengolahan air sungai. Pengolahan dilakukan secara fisis dan



kimia. Pengolahan tersebut antara lain meliputi *screening*, pengendapan, penggumpalan, klorinasi, demineralisasi, dan deaerasi. Diagram alir dari pengolahan air sungai dapat dilihat pada gambar 4.1



Keterangan :

| | | | |
|----|--------------------|----|-------------------|
| AE | : Anion Exchanger | BU | : Bak Utilitas |
| CL | : Clarifier | D | : Deaerator |
| KE | : Kation Exchanger | PU | : Pompa Utilitas |
| SP | : Saringan Pasir | TU | : Tangki Utilitas |



TF : Tangki *Flokulator* CT : *Cooling Tower*

Gambar 4.1 Diagram Alir Pengolahan Air Sungai

(Wahyu, 2010)

Tahapan pengolahan adalah :

Air sungai dialirkan dari sungai ke kolam penampungan dengan menggunakan pompa. Sebelum masuk pompa, air dilewatkan pada *traveling screen* untuk menyaring partikel dengan ukuran besar. Pencucian dilakukan secara kontinyu. Setelah dipompa kemudian dialirkan ke *strainer* yang mempunyai saringan *stainless steel* 0,4 mm dan mengalami pencucian balik secara periodik. Air sungai kemudian dialirkan ke *flokulator*. Di dalam *flokulator* ditambahkan larutan tawas 5%, larutan kapur 5%. Dari *flokulator* air sungai kemudian dialirkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan gumpalan partikel-partikel halus. Endapan kemudian dikeluarkan sebagai *blowdown*, melalui bagian bawah *clarifier*. Air sungai kemudian dialirkan ke saringan pasir untuk menghilangkan partikel-partikel yang masih lolos di *clarifier*. Air sungai yang sudah bersih kemudian dialirkan ke bak penampung air bersih. Dari bak penampung air bersih sebagian dipompa ke bak penampung air pendingin *cooling tower* untuk didistribusikan ke alat proses.

4.1.2.1 Air pendingin

Air pendingin yang digunakan adalah air sungai yang diperoleh dari Sungai Musi yang tidak jauh dari lokasi pabrik. Alasan digunakannya air sungai sebagai media pendingin adalah karena faktor-faktor sebagai berikut :



- c. Air sungai dapat diperoleh dalam jumlah yang besar dengan biaya murah.
- d. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.

Air pendingin ini digunakan sebagai media pendingin pada reaktor, *baromatic condensor* dan *heat exchanger*. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air sungai sebagai pendingin adalah :

- c. Partikel-partikel besar/makroba (makhluk hidup sungai dan konstituen lain).
- d. Partikel-partikel kecil/mikroba (ganggang dan mikroorganisme sungai).

Tabel 4.1 Kebutuhan air pendingin

| No | Kode Alat | Nama Alat | Kebutuhan (kg/jam) |
|----|-----------|---------------------------|----------------------|
| 1 | R-01 | Reaktor-01 | 28.897,0445 |
| 2 | R-02 | Reaktor-02 | 1.296,3135 |
| 3 | CD-01 | Kondensor-01 | 349,1007 |
| 4 | CD-02 | Kondensor-02 | 31,2341 |
| 5 | HE-02 | <i>Heat exchanger</i> -02 | 3.006,9084 |
| 6 | CDU | Kondensor refrigerasi | 94.849,9301 |

Total kebutuhan air pendingin = 95.396,7571 kg/jam

Densitas air pada 35°C adalah = 994,3965 kg/m³ (Geankoplis, 2003)

Kebutuhan air pendingin ini dibutuhkan pada suhu masuk unit proses 35 °C dan keluar unit proses pada suhu 45 °C. Keluar air pendingin pada suhu 45



°C didinginkan kembali menggunakan *cooling tower* sehingga suhu air pendingin kembali 35 °C. Kebutuhan air pendingin sebesar 95.396,7571 kg/jam adalah waktu *start up* pada waktu pabrik berjalan kontinyu hanya dibutuhkan *make up* air sebesar 9.539,6757 kg/jam.

Unit air pendingin ini berinteraksi dengan air dingin dari unit refrigerasi. Air pendingin dan air dingin dari unit refrigerasi tertampung dalam bak air pendingin.

4.1.2.2 Air umpan boiler

Untuk kebutuhan umpan *boiler* sumber air yang digunakan adalah air sungai. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan *boiler* adalah sebagai berikut :

d. Kandungan yang dapat menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi di dalam *boiler* disebabkan karena air mengandung larutan - larutan asam dan gas - gas yang terlarut.

e. Kandungan yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*)

Pembentukan kerak disebabkan karena adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam - garam karbonat dan silikat.

f. Kandungan yang dapat menyebabkan pembusaan (*foaming*)

Air yang diambil dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada *boiler* dan alat penukar panas karena adanya zat - zat organik, anorganik, dan zat - zat yang tidak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi pada alkalinitas tinggi.



Kebutuhan air untuk steam dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.2 Kebutuhan Air untuk Steam

| No | Kode Alat | Nama Alat | Kebutuhan (kg/jam) |
|----|-----------|-----------------------------|----------------------|
| 1 | HE-01 | <i>Heat Exchanger-01</i> | 6387,6234 |
| 2 | EV-01 | <i>Evaporator-01</i> | 188,9095 |
| 3 | EV-02 | <i>Evaporator-02</i> | 20,3502 |
| 4 | EJ-01 | <i>Steam Jet Ejector-01</i> | 9946,6821 |
| 5 | EJ-02 | <i>Steam Jet Ejector-02</i> | 1046,8497 |
| 6 | HE-03 | <i>Heat Exchanger-03</i> | 508,9813 |

Jumlah air yang digunakan adalah sebesar 18099,3963 kg/jam = 17,9980 m³/jam. Jumlah air ini hanya pada awal *start up* pabrik. Untuk kebutuhan selanjutnya hanya menggunakan air *make up* saja. Jumlah air untuk keperluan *make up* air umpan *boiler* sebesar 3619,8793 kg/jam.

Pengolahan air umpan boiler

Air yang berasal dari sungai belum memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai umpan *boiler*, sehingga harus menjalani proses pengolahan terlebih dahulu. Air umpan *boiler* harus memenuhi persyaratan tertentu agar tidak menimbulkan masalah-masalah seperti :

- Pembentukan kerak pada *boiler*
- Terjadinya korosi pada *boiler*

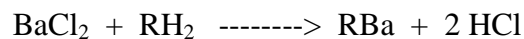
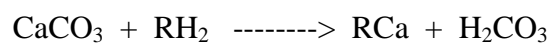
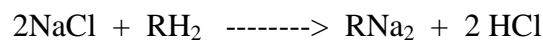


- Pembentukan busa di atas permukaan dalam drum *boiler*

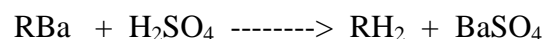
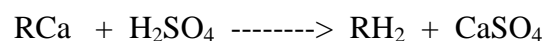
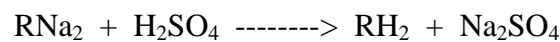
Tahapan pengolahan air agar dapat digunakan sebagai air umpan *boiler* meliputi :

5. *Kation Exchanger*

Kation exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion positif yang terlarut dalam air lunak. Alat ini berupa silinder tegak yang berisi tumpukan butir-butir resin penukar ion. Resin yang digunakan adalah jenis C-300 dengan notasi RH_2 . Adapun reaksi yang terjadi dalam *kation exchanger* adalah:

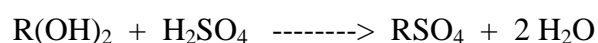
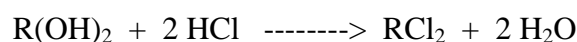


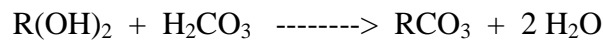
Apabila resin sudah jenuh maka pencucian dilakukan dengan menggunakan larutan H_2SO_4 2%. Reaksi yang terjadi pada waktu regenerasi adalah:



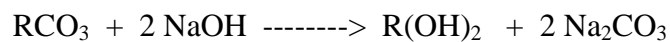
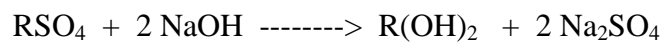
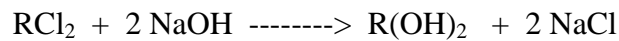
6. *Anion Exchanger*

Alat ini hampir sama dengan *kation exchanger* namun memiliki fungsi yang berbeda yaitu mengikat ion-ion negatif yang ada dalam air lunak. Dan resin yang digunakan adalah jenis C - 500P dengan notasi $R(OH)_2$. Reaksi yang terjadi di dalam *anion exchanger* adalah:





Pencucian resin yang sudah jenuh digunakan larutan NaOH 4%. Reaksi yang terjadi saat regenerasi adalah:



7. Deaerasi

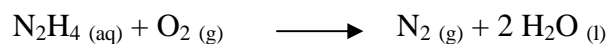
Merupakan proses penghilangan gas - gas terlarut, terutama oksigen dan karbon dioksida dengan cara pemanasan menggunakan *steam*. Oksigen terlarut dapat merusak baja. Gas – gas ini kemudian dibuang ke atmosfer.

8. Tangki Umpan *Boiler*

Unit ini berfungsi menampung air umpan *boiler* dengan waktu tinggal 24 jam. Ke dalam tangki ini ditambahkan bahan-bahan yang dapat mencegah korosi dan kerak, antara lain:

a. Hidrazin (N_2H_4)

Zat ini berfungsi untuk menghilangkan sisa-sisa gas terlarut terutama gas oksigen sehingga dapat mencegah korosi pada *boiler*. Adapun reaksi yang terjadi adalah:



b. NaH_2PO_4

Zat ini berfungsi untuk mencegah timbulnya kerak dengan kadar 12 - 17 ppm.



4.1.2.3 Air konsumsi umum dan sanitasi

Sumber air untuk keperluan konsumsi dan sanitasi juga berasal dari air sungai. Air ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan air minum, laboratorium, kantor, perumahan, dan pertamanan. Air konsumsi dan sanitasi harus memenuhi beberapa syarat, yang meliputi syarat fisik, syarat kimia, dan syarat bakteriologis.

Syarat fisik :

- a. Suhu di bawah suhu udara luar
- b. Warna jernih
- c. Tidak mempunyai rasa dan tidak berbau

Syarat kimia :

- a. Tidak mengandung zat organik
- b. Tidak beracun

Syarat bakteriologis :

Tidak mengandung bakteri – bakteri, terutama bakteri yang *pathogen*.

Jumlah air sungai untuk air konsumsi dan sanitasi

$$\begin{aligned}\text{Jumlah air sungai untuk air konsumsi dan sanitasi} &= 963,3333 \text{ kg/jam} \\ &= 0,9688 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$



Tabel 4.3 Jumlah Total Kebutuhan Air

| Komponen | Jumlah kebutuhan | |
|---------------------------------|------------------|---------------------|
| | Kg/jam | m ³ /jam |
| Air <i>make up</i> umpan boiler | 3619,8793 | 3,5996 |
| Air konsumsi dan sanitasi | 963,3333 | 0,9688 |
| Air pendingin | 9539,6757 | 14,5380 |
| Total | 14122,8883 | 19,1064 |

Untuk keamanan dipakai 10 % lebih, maka :

Total kebutuhan = 15535,1771 kg/jam = 21,10170 m³/jam

4.1.2 Unit Pengadaan Steam

Steam yang diproduksi pada pabrik *hexamine* ini digunakan sebagai media pemanas *evaporator*, *steam jet ejector* dan *heat exchanger*. Untuk memenuhi kebutuhan *steam* digunakan 1 buah *boiler*. *Steam* yang dihasilkan dari *boiler* ini mempunyai suhu 150 °C dan tekanan 4,698 atm.

Jumlah *steam* yang dibutuhkan sebesar 18099,3963 kg/jam. Untuk menjaga kemungkinan kebocoran *steam* pada saat distribusi dan *make up blowdown* pada *boiler* maka, jumlah *steam* ditingkatkan sebanyak 10 %. Jadi jumlah *steam* yang dibutuhkan adalah 19909,3359 kg/jam .

Perancangan *boiler* :

Dirancang untuk memenuhi kebutuhan *steam*



Steam yang dihasilkan : T = 302 °F

P = 60,5 psia

λ_{steam} = 271,7455 BTU/lbm

Untuk tekanan < 200 psia, digunakan boiler jenis *fire tube boiler*.

- Menentukan luas penampang perpindahan panas

Daya yang diperlukan *boiler* untuk menghasilkan *steam* dihitung dengan persamaan :

$$Daya = \frac{ms.(h - hf)}{970,3 \times 34,5}$$

Dengan :

ms = massa *steam* yang dihasilkan (lb/jam)

h = entalpi *steam* pada P dan T tertentu (BTU/lbm)

hf = entalpi umpan (BTU/lbm)

dimana : ms = 43892,1220 lb/jam

h = 271,7455 BTU/lbm

Umpan air terdiri dari 20 % *make up water* dan 80 % kondensat. *Make up water* adalah air pada suhu 35 °C dan kondensat pada suhu 130 °C.

hf = 200,4929 BTU/lbm

Jadi daya yang dibutuhkan adalah sebesar = 93,4248 HP

ditentukan luas bidang pemanasan = 12 ft²/HP

Total *heating surface* = 1739,4589ft²

- Perhitungan kapasitas boiler



$$\begin{aligned} Q &= m_s (h - h_f) \\ &= 43892,122 (271,7455 - 200,4929) \\ &= 3127426,4516 \text{ BTU/jam} \end{aligned}$$

- Kebutuhan bahan bakar

Bahan bakar diperoleh dari IDO (*Industrial Diesel Oil*)

$$\text{Heating value (HV) IDO} = 18800 \text{ BTU/lb}$$

$$\text{Densitas} = 54,3188 \text{ lb/ft}^3$$

Jumlah bahan bakar IDO untuk memenuhi kebutuhan panas yang ada sebanyak 135,5015 L/jam

Spesifikasi boiler yang dibutuhkan :

| | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Kode | : B-01 |
| Fungsi | : Memenuhi kebutuhan <i>steam</i> |
| Jenis | : <i>Fire tube boiler</i> |
| Jumlah | : 1 buah |
| Tekanan <i>steam</i> | : 69,06 psia (4,698 atm) |
| Suhu <i>steam</i> | : 302 °F (150 °C) |
| Efisiensi | : 80 % |
| Bahan bakar | : IDO |
| Kebutuhan bahan bakar | : 135,5015 L/jam |

4.1.3 Unit Pengadaan Udara Tekan

Kebutuhan udara tekan untuk prarancangan pabrik *hexamine* ini diperkirakan sebesar 100 m³/jam, tekanan 100 psi dan suhu 35 °C. Alat untuk



menyediakan udara tekan berupa kompresor yang dilengkapi dengan *dryer* yang berisi *silica gel* untuk menyerap kandungan air sampai maksimal 84 ppm.

Spesifikasi kompresor yang dibutuhkan :

| | |
|--------------------------|--|
| Kode | : KU-01 |
| Fungsi | : Memenuhi kebutuhan udara tekan |
| Jenis | : <i>Single Stage Reciprocating Compressor</i> |
| Jumlah | : 1 buah |
| Kapasitas | : 100 m ³ /jam |
| Tekanan <i>suction</i> | : 14,7 psi (1 atm) |
| Tekanan <i>discharge</i> | : 100 psi (6,8 atm) |
| Suhu udara | : 35 °C |
| Efisiensi | : 80 % |
| Daya kompresor | : 15 HP |
| Tegangan | : 220/380 volt |
| Frekuensi | : 50 Hz |

4.1.4 Unit Pengadaan Listrik

Kebutuhan tenaga listrik di pabrik hexamine ini dipenuhi oleh PLN dan *generator* pabrik. Hal ini bertujuan agar pasokan tenaga listrik dapat berlangsung kontinyu meskipun ada gangguan pasokan dari PLN. *Generator* yang digunakan adalah *generator* arus bolak-balik dengan pertimbangan :

- c. Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar
- d. Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan

Kebutuhan listrik di pabrik ini antara lain terdiri dari :



1. Listrik untuk keperluan proses dan utilitas
2. Listrik untuk penerangan
3. Listrik untuk AC
4. Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi
5. Listrik untuk alat-alat elektronik

Besarnya kebutuhan listrik masing – masing keperluan di atas dapat diperkirakan sebagai berikut :

4.1.4.1 Listrik untuk keperluan proses dan utilitas

Kebutuhan listrik untuk keperluan proses dan keperluan pengolahan air diperkirakan sebagai berikut :

Tabel 4.4 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas

| Nama Alat | Jumlah | HP | Total HP |
|-----------|--------|-------|----------|
| P-01 | 1 | 10 | 10 |
| P-02 | 1 | 0,75 | 0,75 |
| P-03 | 1 | 0,75 | 0,75 |
| P-04 | 1 | 0,05 | 0,05 |
| P-05 | 1 | 0,08 | 0,08 |
| P-06 | 1 | 0,05 | 0,05 |
| R-01 | 1 | 5 | 5 |
| R-02 | 1 | 5 | 5 |
| E | 1 | 5 | 5 |
| CF | 1 | 0,125 | 0,125 |



| | | | |
|-------|---|-------|-------|
| SC | 1 | 0,125 | 0,125 |
| RD | 1 | 20 | 20 |
| BL | 1 | 1,5 | 1,5 |
| BC | 1 | 0,5 | 0,5 |
| BE | 1 | 3 | 3 |
| PU-01 | 1 | 0,33 | 0,33 |
| PU-02 | 1 | 0,125 | 0,125 |
| PU-03 | 1 | 1 | 1 |
| PU-04 | 1 | 0,75 | 0,75 |
| PU-05 | 1 | 0,25 | 0,25 |
| PU-06 | 1 | 0,17 | 0,17 |
| PU-07 | 1 | 1 | 1 |
| PU-08 | 1 | 0,33 | 0,33 |
| PU-09 | 1 | 1 | 1 |
| PU-10 | 1 | 0,33 | 0,33 |
| PU-11 | 1 | 0,33 | 0,33 |
| PU-12 | 1 | 0,5 | 0,5 |
| PU-13 | 1 | 0,05 | 0,05 |
| PU-14 | 1 | 0,05 | 0,05 |
| PU-15 | 1 | 0,05 | 0,05 |
| PU-16 | 1 | 0,5 | 0,5 |
| PU-17 | 1 | 0,17 | 0,17 |



| | | | |
|--------|---|---------|----------|
| PU-18 | 1 | 1 | 1 |
| PU-19 | 1 | 1,5 | 1,5 |
| PU-20 | 1 | 3 | 3 |
| PU-21 | 1 | 1,5 | 1,5 |
| PU-22 | 1 | 0,05 | 0,05 |
| FL | 1 | 0,17 | 0,17 |
| FN | 2 | 3 | 6 |
| KU-01 | 1 | 15 | 15 |
| KU-02 | 1 | 170,926 | 170,926 |
| Jumlah | | | 202,7927 |

Jadi jumlah listrik yang dikonsumsi untuk keperluan proses dan utilitas sebesar 254,73 HP. Diperkirakan kebutuhan listrik untuk alat yang tidak terdiskripsikan sebesar $\pm 10\%$ dari total kebutuhan. Maka total kebutuhan listrik adalah 280,20 HP atau sebesar 208,94 kW.

4.1.4.2 Listrik untuk penerangan

Untuk menentukan besarnya tenaga listrik digunakan persamaan :

$$L = \frac{a.F}{U.D}$$

dengan :

L : Lumen per outlet

a : Luas area, ft²

F : foot candle yang diperlukan (tabel 13 Perry 6th ed)



U : Koefisien utilitas (tabel 16 Perry 6th ed)

D : Efisiensi lampu (tabel 16 Perry 6th ed)

Tabel 4.5 Jumlah Lumen Berdasarkan luas bangunan

| Bangunan | Luas, m ² | Luas, ft ² | F | U | D | Lumen |
|-------------------|----------------------|-----------------------|-------|------|------|-------------|
| Pos keamanan | 30 | 322,91 | 20,00 | 0,42 | 0,75 | 20502,188 |
| Parkir | 700 | 7534,55 | 10,00 | 0,49 | 0,75 | 205021,879 |
| Musholla | 150 | 1614,55 | 20,00 | 0,55 | 0,75 | 78281,081 |
| Kantin | 150 | 1614,55 | 20,00 | 0,51 | 0,75 | 84420,774 |
| Kantor | 1500 | 16145,47 | 35,00 | 0,60 | 0,75 | 1255759,008 |
| Poliklinik | 300 | 3229,09 | 20,00 | 0,56 | 0,75 | 153766,409 |
| Ruang kontrol | 300 | 3229,09 | 40,00 | 0,56 | 0,75 | 307532,818 |
| Laboratorium | 300 | 3229,09 | 40,00 | 0,56 | 0,75 | 307532,818 |
| Proses | 800 | 8610,92 | 30,00 | 0,59 | 0,75 | 583791,113 |
| Utilitas | 1400 | 15069,11 | 10,00 | 0,59 | 0,75 | 340544,816 |
| Ruang generator | 320 | 3444,37 | 10,00 | 0,51 | 0,75 | 90048,825 |
| Bengkel | 320 | 3444,37 | 40,00 | 0,51 | 0,75 | 360195,301 |
| Garasi | 400 | 4305,46 | 10,00 | 0,51 | 0,75 | 112561,031 |
| Gudang | 300 | 3229,09 | 5,00 | 0,51 | 0,75 | 42210,387 |
| Pemadam | 240 | 2583,28 | 20,00 | 0,51 | 0,75 | 135073,238 |
| Tangki bahan baku | 840 | 9041,46 | 10,00 | 0,51 | 0,75 | 236378,166 |
| Tangki produk | 1000 | 10763,65 | 10,00 | 0,51 | 0,75 | 281402,579 |
| Jalan dan taman | 2400 | 25832,76 | 5,00 | 0,55 | 0,75 | 313124,324 |



| | | | | | | |
|----------------|-------|-----------|------|------|------|-------------|
| Area perluasan | 1950 | 20989,11 | 5,00 | 0,57 | 0,75 | 245486,723 |
| Jumlah | 13400 | 144232,89 | | | | 5153633,478 |

Jumlah *lumen* :

* untuk penerangan dalam ruangan = 4637233,818 lumen

* untuk penerangan bagian luar ruangan = 558611,047 lumen

Untuk semua area dalam bangunan direncanakan menggunakan lampu *fluorescent* 40 Watt dimana satu buah lampu instant *starting daylight* 40 W mempunyai 1920 *lumen* (Tabel 18 Perry 6th ed.).

$$\begin{aligned}\text{Jadi jumlah lampu dalam ruangan} &= \frac{4637233,818}{1920} \\ &= 2416 \text{ buah}\end{aligned}$$

Untuk penerangan bagian luar ruangan digunakan lampu *mercury* 100 Watt, dimana *lumen output* tiap lampu adalah 3000 *lumen* (Perry 6th ed.).

$$\text{Jadi jumlah lampu luar ruangan} = \frac{558611,047}{3000} = 187 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned}\text{Total daya penerangan} &= (40 \text{ W} \times 2416 + 100 \text{ W} \times 187) \\ &= 115340 \text{ W} \\ &= 115,340 \text{ kW}\end{aligned}$$

4.1.4.3 Listrik untuk AC

Diperkirakan menggunakan tenaga listrik sebesar 15.000 Watt atau 15 kW

4.1.4.4 Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi

Diperkirakan menggunakan tenaga listrik sebesar 10.000 Watt atau 10 kW.



Tabel 4.6 Total Kebutuhan Listrik Pabrik

| No. | Kebutuhan Listrik | Tenaga listrik, kW |
|-----|--|--------------------|
| 1. | Listrik untuk keperluan proses dan utilitas | 208,94 |
| 2. | Listrik untuk keperluan penerangan | 115,34 |
| 3. | Listrik untuk AC | 15 |
| 4. | Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi | 10 |
| | Total | 349,28 |

Generator yang digunakan sebagai cadangan sumber listrik mempunyai efisiensi 80 %, sehingga *generator* yang disiapkan harus mempunyai *output* sebesar 436,61 kW.

Dipilih menggunakan *generator* dengan daya 500 kW, sehingga masih tersedia cadangan daya sebesar 63,39 kW.

Spesifikasi *generator* yang diperlukan :

| | |
|-------------|-----------------------|
| Jenis | : AC <i>generator</i> |
| Jumlah | : 1 buah |
| Kapasitas | : 500 kW |
| Tegangan | : 220/360 Volt |
| Efisiensi | : 80 % |
| Bahan bakar | : IDO |



4.1.5 Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar mempunyai tugas untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar *boiler* dan *generator*. Jenis bahan bakar yang digunakan adalah IDO (*Industrial Diesel Oil*). IDO diperoleh dari Pertamina dan distributornya. Pemilihan IDO sebagai bahan bakar didasarkan pada alasan :

1. Mudah didapat
2. Lebih ekonomis
3. Mudah dalam penyimpanan

Bahan bakar solar yang digunakan mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

Specific gravity : 0,8691

Heating Value : 18800 Btu/lb

Efisiensi bahan bakar : 80%

Densitas : 54,3187 lb/ft³

c. Kebutuhan bahan bakar untuk *boiler*

Kapasitas *boiler* = 3127426,4516 Btu/jam

Kebutuhan bahan bakar = 135,5015 liter/jam

d. Kebutuhan bahan bakar untuk *generator*

Bahan bakar = $\frac{\text{Kapasitas alat}}{\text{eff} \cdot \rho \cdot h}$

Kapasitas *generator* = 500 kW

= 1.706.077,05 Btu/jam

Kebutuhan bahan bakar = 2,09 ft³/jam

= 59,14 L/jam



4.1.6. Unit Refrigerasi

Unit refrigerasi bertugas untuk menyuplai air dingin dengan suhu 10 °C.

Air dingin digunakan sebagai media pendingin pada reaktor.

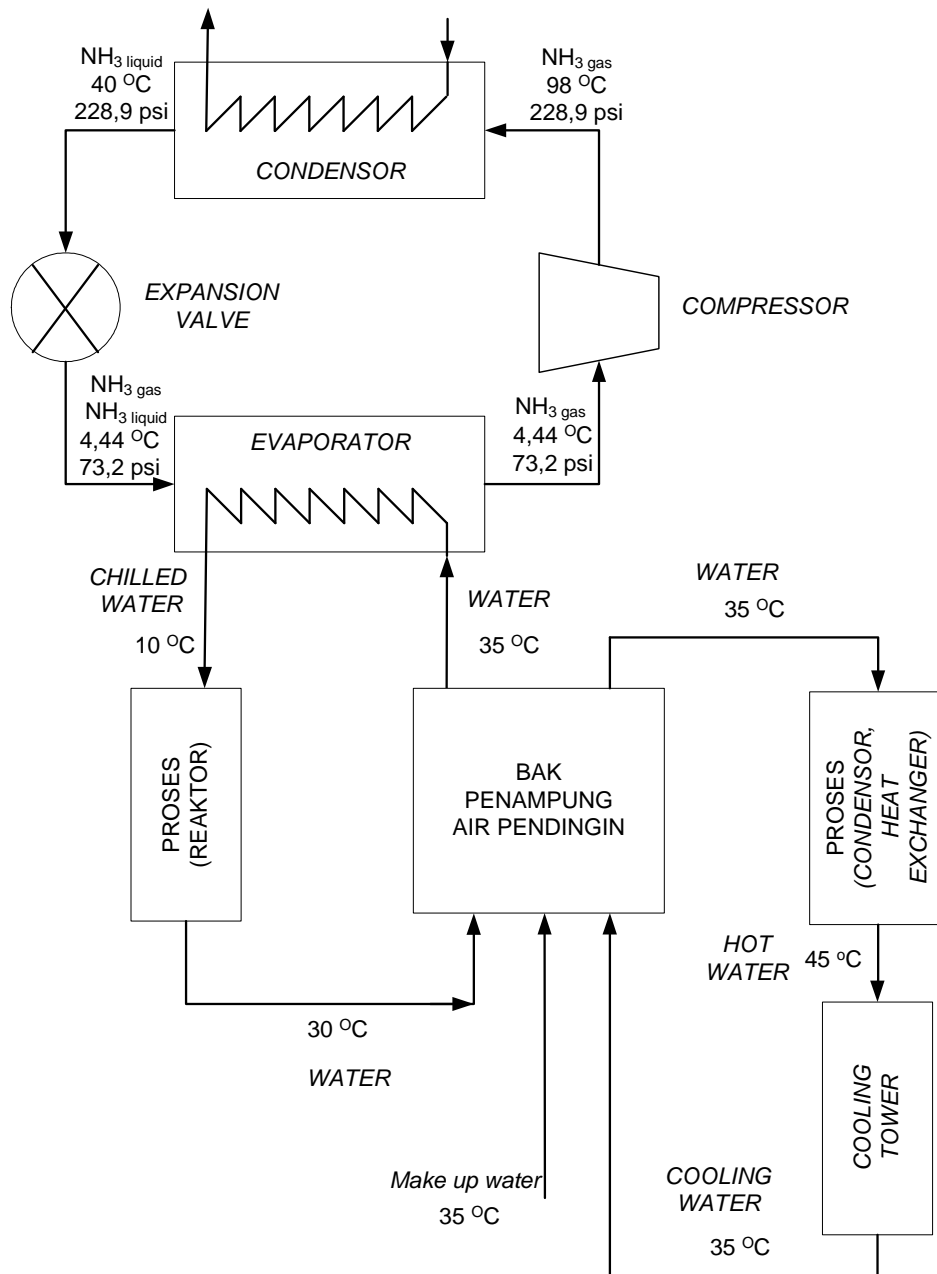
Tabel 4.7 Total Kebutuhan Air Dingin

| Nama alat | Kg/jam |
|------------|-------------|
| Reaktor-01 | 28.897,0445 |
| Reaktor-02 | 1.296,3135 |
| Total | 30.193,3580 |

Unit refrigerasi yang dipilih adalah tipe *Mechanical Compression*. Alasan pemilihan tipe ini adalah :

- c. Dapat digunakan antara *range* suhu -200 s/d 40°F.
- d. Paling sering digunakan dan murah.

Untuk unit ini digunakan pendingin berupa amonia cair dengan suhu masuk 4°C. Dipilihnya amonia sebagai *refrigerant* karena zat ini memiliki suhu yang rendah dan murah. Unit ini bertugas untuk mendinginkan air dari 35 °C menjadi 10 °C. Adapun beban unit ini adalah 200,7816 ton *refrigerant* (1 ton *refrigerant* = 12.000 Btu/jam). Unit ini terdiri dari *heat exchanger*, kompresor, kondensor dan *expansion valve*.





Gambar 4.2 Skema Unit Refrigerasi

4.2 Laboratorium

Laboratorium memiliki peranan sangat besar di dalam suatu pabrik untuk memperoleh data – data yang diperlukan. Data – data tersebut digunakan untuk evaluasi unit-unit yang ada, menentukan tingkat efisiensi, dan untuk pengendalian mutu.

Pengendalian mutu atau pengawasan mutu di dalam suatu pabrik pada hakekatnya dilakukan dengan tujuan mengendalikan mutu produk yang dihasilkan agar sesuai dengan standar yang ditentukan. Pengendalian mutu dilakukan mulai bahan baku, saat proses berlangsung, dan juga pada hasil atau produk.

Pengendalian rutin dilakukan untuk menjaga agar kualitas dari bahan baku dan produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Dengan pemeriksaan secara rutin juga dapat diketahui apakah proses berjalan normal atau menyimpang. Jika diketahui analisa produk tidak sesuai dengan yang diharapkan maka dengan mudah dapat diketahui atau diatasi.

Laboratorium berada di bawah bidang teknik dan perekayasaan yang mempunyai tugas pokok antara lain :

- d. Sebagai pengontrol kualitas bahan baku dan pengontrol kualitas produk
- e. Sebagai pengontrol terhadap proses produksi
- f. Sebagai pengontrol terhadap mutu air pendingin, air umpan *boiler*, dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi



Laboratorium melaksanakan kerja 24 jam sehari dalam kelompok kerja *shift* dan *non-shift*.

3. Kelompok *shift*

Kelompok ini melaksanakan tugas pemantauan dan analisa – analisa rutin terhadap proses produksi. Dalam melaksanakan tugasnya, kelompok ini menggunakan sistem bergilir, yaitu sistem kerja *shift* selama 24 jam dengan dibagi menjadi 3 *shift*. Masing – masing *shift* bekerja selama 8 jam.

4. Kelompok *non-shift*

Kelompok ini mempunyai tugas melakukan analisa khusus yaitu analisa yang sifatnya tidak rutin dan menyediakan reagen kimia yang diperlukan di laboratorium. Dalam rangka membantu kelancaran pekerjaan kelompok *shift*, kelompok ini melaksanakan tugasnya di laboratorium utama dengan tugas antara lain :

- a. Menyediakan *reagent* kimia untuk analisa laboratorium
- b. Melakukan analisa bahan pembuangan penyebab polusi
- c. Melakukan penelitian atau percobaan untuk membantu kelancaran produksi

Dalam menjalankan tugasnya, bagian laboratorium dibagi menjadi :

4. Laboratorium fisik
5. Laboratorium analitik
6. Laboratorium penelitian dan pengembangan



4.2.1 Laboratorium Fisik

Bagian ini bertugas mengadakan pemeriksaan atau pengamatan terhadap sifat – sifat bahan baku dan produk. Pengamatan yang dilakukan meliputi *specific gravity*, viskositas, dan kandungan air.

4.2.2 Laboratorium Analitik

Bagian ini mengadakan pemeriksaan terhadap bahan baku dan produk mengenai sifat – sifat kimianya.

Analisa yang dilakukan antara lain :

- kadar kandungan kimiawi dalam produk
- kandungan logam

4.2.3 Laboratorium Penelitian dan Pengembangan

Bagian ini bertujuan untuk mengadakan penelitian, misalnya :

- diversifikasi produk
- perlindungan terhadap lingkungan

Disamping mengadakan penelitian rutin, laboratorium ini juga mengadakan penelitian yang sifatnya non rutin, misalnya penelitian terhadap produk di unit tertentu yang tidak biasanya dilakukan penelitian guna mendapatkan alternatif lain terhadap penggunaan bahan baku.

4.2.5 Prosedur Analisa Bahan Baku

4.2.5.1 Densitas

Alat : Hidrometer



Cara pengujian :

- Menuang sampel ke dalam gelas ukur 1 liter (usahakan tidak terbentuk gelembung).
- Memasukkan termometer ke dalam gelas ukur.
- Memasukkan hidrometer yang telah dipilih sesuai dengan sampel.
- Memasukkan hidrometer terapung pada sampel sampai konstan lalu membaca skala pada hidrometer tersebut.
- Mengkonversi menggunakan tabel yang tersedia.

4.2.5.2 Viskositas

Alat : *Viskometer tube, bath, stopwatch*, termometer.

Cara pengujian :

- Mengisikan sampel dengan volume tertentu (sesuai dengan kapasitas kapiler) ke dalam *viskometer tube* yang telah dipilih.
- Memasukkan sampel ke dalam *bath*, diamkan selama 15 menit agar temperatur sampel sesuai dengan temperatur bath/temperatur pengetesan.
- Pengetesan dilakukan dengan mengalirkan sampel melalui kapiler sambil menghitung alirnya.

4.2.5 Prosedur Analisa Produk

4.2.5.1. *Infra red Spectrofotometer (IRS).*



Mengambil sampel *hexamine* secukupnya kemudian dianalisa langsung menggunakan *Infra Red Spectrofotometer* (IRS). Dengan alat ini dapat ditentukan kandungan gugus organik yang tersusun, apakah sudah memenuhi kriteria sebagai produk atau belum.

4.2.5.2. X-Ray Defragtometer (XRD)

X-Ray Defragtometer (XRD) dapat digunakan untuk analisa kuantitatif hampir semua material padat. Kerja alat ini adalah dengan menganalisa komponen dalam padatan dan ditentukan kadarnya dalam sampel melalui grafik yang ditampilkan. (Datrow & Clark, 2008)

4.2.5.3 Analisis kandungan air

Untuk menganalisa kandungan air dalam padatan salah satu caranya adalah dengan menggunakan alat *Water Content Analyzer*. Dengan alat ini dapat diketahui kandungan air dan berat kering dari berbagai macam produk dan material. Pada pabrik digunakan untuk mengontrol kualitas padatan yang mengandung air. Kerja alat ini adalah dengan menempatkan sampel produk pada ruang pengeringan dalam alat dan dengan menekan tombol *start* maka analisis akan segera dilakukan. Sampel diukur dalam 3 macam pilihan berat yaitu 50 g, 110 g, atau 310 g. Data yang ditampilkan berupa grafik. (Adam, 2010)

4.2.7 Analisa Air

Air yang dianalisis antara lain:

4. Air pendingin
5. Air umpan *boiler*



6. Air konsumsi umum dan sanitasi

Parameter yang diuji antara lain warna, pH, kandungan klorin, tingkat kekeruhan, total kesadahan, jumlah padatan, total alkalinitas, sulfat, silika, dan konduktivitas air.

Alat-alat yang digunakan dalam laboratorium analisa air ini antara lain:

6. pH meter, digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman/kebasaan air.
7. Spektrofotometer, digunakan untuk mengetahui konsentrasi suatu senyawa terlarut dalam air.
8. *Spectroscopy*, digunakan untuk mengetahui kadar silika, sulfat, hidrazin, turbiditas, kadar fosfat, dan kadar sulfat.
9. Peralatan titrasi, untuk mengetahui jumlah kandungan klorida, kesadahan dan alkalinitas.
10. *Conductivity meter*, untuk mengetahui konduktivitas suatu zat yang terlarut dalam air.

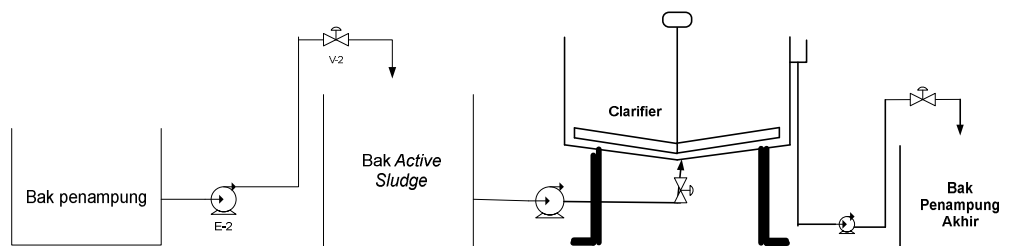
Air umpan *boiler* yang dihasilkan unit demineralisasi juga diuji oleh laboratorium ini. Parameter yang diuji antara lain pH, konduktivitas dan kandungan silikat (SiO_2), kandungan Mg^{2+} , Ca^{2+} .

4.4 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan pabrik *hexamine* berupa limbah cair larutan CH_2O , CH_3OH , NH_3 dan H_2O hasil kondensasi dari EV-01 dan limbah cair larutan CH_2O , CH_3OH dan H_2O hasil kondensasi dari EV-02. Limbah cair dari EV-01 dan EV-02 diolah secara bersamaan. Limbah cair tersebut masih



mengandung NH_3 yang melebihi batas yaitu lebih dari 5 mg/l sehingga terlebih dahulu dilewatkan dalam *stripper* untuk mengurangi kadar amonia. Hasil atas dari *stripper* sudah di bawah ambang batas kandungan amonia di udara yaitu kurang dari 2 ppm dan hasil bawah dari *stripper* ditampung dalam bak penampung. Pengolahan limbah cair setelah melewati bak penampung dapat dilihat pada gambar 4.3. Limbah cair ini diolah dengan cara melewatkannya pada bak *active sludge*, kemudian limbah dilewatkan pada *clarifier* untuk memisahkan endapan dengan cairan bersihnya. Endapan yang keluar dari *clarifier* ditampung dalam bak penampung *sludge* sedangkan cairan bersihnya ditampung dalam bak penampung akhir untuk kemudian dibuang di sungai



Gambar 4.3 Skema Pengolahan Limbah Cair



BAB V

MANAJEMEN PERUSAHAAN

5.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik *Hexamine* yang akan didirikan, direncanakan mempunyai :

Bentuk : Perseroan Terbatas (PT)
Lapangan Usaha : Industri *Hexamine*
Lokasi Perusahaan : Palembang, Sumatera Selatan

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini didasarkan atas beberapa faktor yaitu :

1. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
4. Kelangsungan Perusahaan lebih terjamin, karena tidak berpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
5. Efisiensi dari manajemen

Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman.



6. Lapangan usaha lebih luas

Suatu Perseroan Terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usaha.

(Widjaja, 2003)

Ciri-ciri Perseroan Terbatas :

1. Perseroan Terbatas didirikan dengan akta dari notaris dengan berdasarkan Kitab Undang-Undang Hukum Dagang.
2. Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-sahamnya.
3. Pemiliknya adalah para pemegang saham.
4. Perseroan Terbatas dipimpin oleh suatu Direksi yang terdiri dari para pemegang saham.

Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada Direksi dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

5.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan salah satu faktor penting yang dapat menunjang kelangsungan dan kemajuan perusahaan, karena berhubungan dengan komunikasi yang terjadi dalam perusahaan demi tercapainya kerjasama yang baik antar karyawan. Untuk mendapatkan sistem organisasi yang baik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain:

- a) Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- b) Tujuan organisasi harus dipahami oleh setiap orang dalam organisasi



- c) Tujuan organisasi harus diterima oleh setiap orang dalam organisasi
- d) Adanya kesatuan arah (*unity of direction*)
- e) Adanya kesatuan perintah (*unity of command*)
- f) Adanya keseimbangan antara wewenang dan tanggung jawab
- g) Adanya pembagian tugas (*distribution of work*)
- h) Adanya koordinasi
- i) Struktur organisasi disusun sederhana
- j) Pola dasar organisasi harus relatif permanen
- k) Adanya jaminan jabatan (*unity of tenure*)
- l) Balas jasa yang diberikan kepada setiap orang harus setimpal dengan jasanya
- m) Penempatan orang harus sesuai keahliannya

(Zamani, 1998)

Dengan berpedoman pada azas tersebut maka diperoleh struktur organisasi yang baik yaitu *Sistim Line and Staff*. Pada sistem ini garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Untuk kelancaran produksi, perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada 2 kelompok orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini, yaitu:



1. Sebagai garis atau lini yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya dalam hal ini berfungsi untuk memberi saran-saran kepada unit operasional.

(Zamani, 1998)

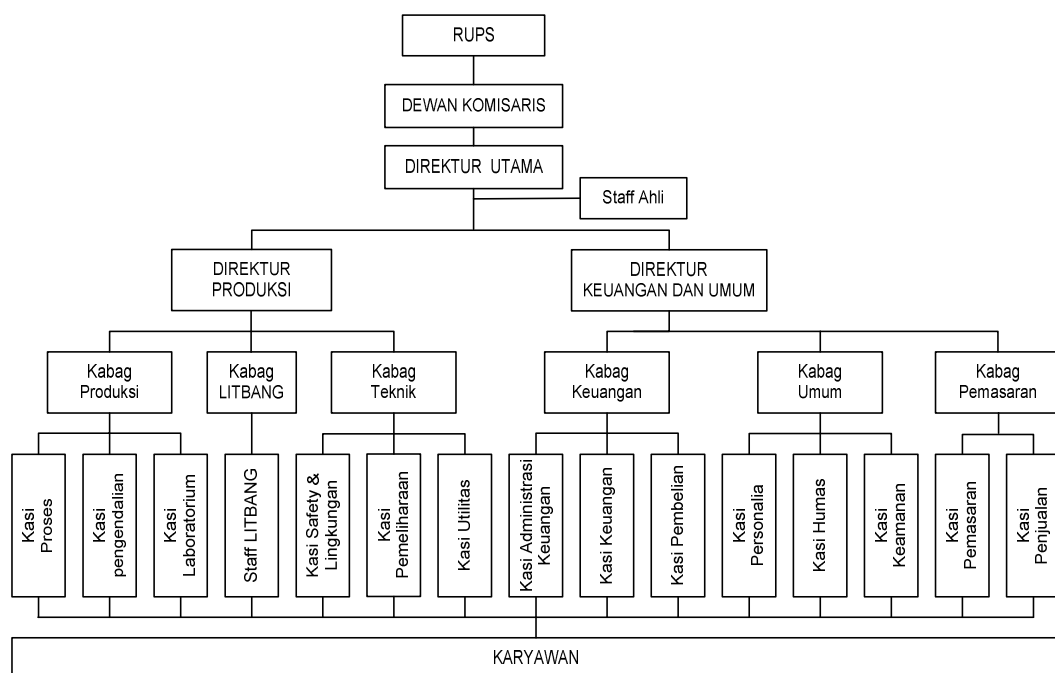
Dewan Komisaris mewakili para pemegang saham (pemilik perusahaan) dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya. Tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Produksi dan Direktur Keuangan-Umum. Direktur Produksi membawahi bidang produksi dan teknik, sedangkan direktur keuangan dan umum membawahi bidang pemasaran, keuangan, dan bagian umum. Kedua direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang akan bertanggung jawab atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh seorang kepala regu dimana setiap kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas masing - masing seksi. (Widjaja, 2003)

Manfaat adanya struktur organisasi adalah sebagai berikut :

- a. Menjelaskan, membagi, dan membatasi pelaksanaan tugas dan tanggung jawab setiap orang yang terlibat di dalamnya
- b. Penempatan tenaga kerja yang tepat



- c. Pengawasan, evaluasi dan pengembangan perusahaan serta manajemen perusahaan yang lebih efisien.
- d. Penyusunan program pengembangan manajemen
- e. Menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada
- f. Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.



Gambar 5.1 Struktur Organisasi Pabrik *Hexamine*

5.3 Tugas dan Wewenang

5.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan



tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk PT (Perseroan Terbatas) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS).

Pada RUPS tersebut, para pemegang saham berwenang:

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan Direktur
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

(Widjaja, 2003)

5.3.2 Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab kepada pemilik saham.

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber - sumber dana dan pengarahan pemasaran
2. Mengawasi tugas - tugas direksi
3. Membantu direksi dalam tugas - tugas penting

(Widjaja, 2003)

5.3.3 Dewan Direksi

Direksi Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab kepada dewan komisaris atas segala tindakan dan



kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama membawahi direktur produksi dan direktur keuangan-umum.

Tugas direktur umum antara lain :

1. Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya secara berkala atau pada masa akhir pekerjaannya pada pemegang saham.
2. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
4. Mengkoordinir kerja sama antara bagian produksi (direktur produksi) dan bagian keuangan dan umum (direktur keuangan dan umum).

Tugas dari direktur produksi antara lain :

1. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang produksi, teknik, dan rekayasa produksi.
2. Mengkoordinir, mengatur, serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas dari direktur keuangan antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang pemasaran, keuangan, dan pelayanan umum.



2. Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

(Djoko, 2003)

5.3.4 Staf Ahli

Staf ahli terdiri dari tenaga - tenaga ahli yang bertugas membantu direktur dalam menjalankan tugasnya, baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggung jawab kepada direktur utama sesuai dengan bidang keahlian masing - masing.

Tugas dan wewenang staf ahli meliputi :

1. Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
2. Memberi masukan - masukan dalam perencanaan dan pengembangan perusahaan.
3. Memberi saran - saran dalam bidang hukum.

5.3.5 Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Litbang terdiri dari tenaga - tenaga ahli sebagai pembantu direksi dan bertanggung jawab kepada direksi. Litbang membawahi 2 departemen, yaitu Departemen Penelitian dan Departemen Pengembangan

Tugas dan wewenangnya meliputi :

1. Memperbaiki mutu produksi



2. Memperbaiki dan melakukan inovasi terhadap proses produksi
3. Meningkatkan efisiensi perusahaan di berbagai bidang

5.3.6 Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staf direktur. Kepala bagian bertanggung jawab kepada direktur Utama.

Kepala bagian terdiri dari:

1. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi serta mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala bagian produksi membawahi seksi proses, seksi pengendalian, dan seksi laboratorium.

Tugas seksi proses antara lain :

- a. Mengawasi jalannya proses produksi
- b. Menjalankan tindakan seperlunya terhadap kejadian-kejadian yang tidak diharapkan sebelum diambil oleh seksi yang berwenang.

Tugas seksi pengendalian :

Menangani hal - hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.



Tugas seksi laboratorium, antara lain:

- a. Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu
- b. Mengawasi dan menganalisa mutu produksi
- c. Mengawasi hal - hal yang berhubungan dengan buangan pabrik
- d. Membuat laporan berkala kepada Kepala Bagian Produksi.

2. Kepala Bagian Teknik

Tugas kepala bagian teknik, antara lain:

- a. Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang peralatan dan utilitas
- b. Mengkoordinir kepala - kepala seksi yang menjadi bawahannya
Kepala Bagian teknik membawahi seksi pemeliharaan, seksi utilitas, dan seksi keselamatan kerja-penanggulangan kebakaran.

Tugas seksi pemeliharaan, antara lain :

- a. Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik
- b. Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik

Tugas seksi utilitas, antara lain :

Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, air, *steam*, dan tenaga listrik.

Tugas seksi keselamatan kerja antara lain :

- a. Mengatur, menyediakan, dan mengawasi hal - hal yang berhubungan dengan keselamatan kerja
- b. Melindungi pabrik dari bahaya kebakaran

3. Kepala Bagian Keuangan



Kepala bagian keuangan ini bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang administrasi dan keuangan dan membawahi 2 seksi, yaitu seksi administrasi dan seksi keuangan.

Tugas seksi administrasi :

Menyelenggarakan pencatatan utang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan, serta masalah perpajakan.

Tugas seksi keuangan antara lain :

- a. Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang, dan membuat ramalan tentang keuangan masa depan
- b. Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan

(Djoko, 2003)

4. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi, serta membawahi 2 seksi yaitu seksi pembelian dan seksi pemasaran.

Tugas seksi pembelian, antara lain :

- a. Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan dalam kaitannya dengan proses produksi
- b. Mengetahui harga pasar dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

Tugas seksi pemasaran :



- a. Merencanakan strategi penjualan hasil produksi
- b. Mengatur distribusi hasil produksi

5. Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat, dan keamanan serta mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala bagian imim membawahi seksi personalia, seksi humas, dan seksi keamanan.

Seksi personalia bertugas :

- a. Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja, pekerjaan, dan lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
- b. Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis.
- c. Melaksanakan hal - hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

Seksi humas bertugas :

Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

Seksi Keamanan bertugas :

- a. Mengawasi keluar masuknya orang - orang baik karyawan maupun bukan karyawan di lingkungan pabrik.



- b. Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan
- c. Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

5.3.7 Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab kepada kepala bagian masing - masing sesuai dengan seksinya.

5.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik *hexamine* ini direncanakan beroperasi 330 hari dalam satu tahun dan proses produksi berlangsung 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perawatan, perbaikan, dan *shutdown*. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan yaitu karyawan *shift* dan *non shift*

5.4.1 Karyawan *non shift*

Karyawan *non shift* adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan harian adalah direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta karyawan yang berada di kantor.

Karyawan harian dalam satu minggu akan bekerja selama 5 hari dengan pembagian kerja sebagai berikut :



Jam kerja :

- Hari Senin – Kamis : Jam 07.30 – 16.30
- Hari Jum'at : Jam 07.30 – 16.30

Jam Istirahat :

- Hari Senin – Kamis : Jam 12.00 – 13.00
- Hari Jum'at : Jam 11.00 – 13.00

5.4.2 Karyawan Shift / Ploog

Karyawan *shift* adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian - bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan shift ini adalah operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gedung dan bagian - bagian yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik.

Para karyawan *shift* akan bekerja secara bergantian selama 24 jam sebagai berikut :

Shift Pagi : Jam 07.00 – 15.00

Shift Sore : Jam 15.00 – 23.00

Shift Malam : Jam 23.00 – 07.00

Untuk karyawan *shift* ini dibagi menjadi 4 regu (A / B / C / D) dimana tiga regu bekerja dan satu regu istirahat serta dikenakan secara bergantian. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, regu yang bertugas tetap harus masuk.



Tabel 5.1 Jadwal Pembagian Kelompok Shift

| Tgl | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Pagi | B | B | B | A | A | D | D | C | C | C |
| Sore | C | C | C | B | B | A | A | D | D | D |
| Malam | D | D | D | C | C | B | B | A | A | A |
| Off | A | A | A | D | D | C | C | B | B | B |

| Tgl | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Pagi | B | B | A | A | D | D | D | C | C | B |
| Sore | C | C | B | B | A | A | A | D | D | C |
| Malam | D | D | C | C | B | B | B | A | A | D |
| Off | A | A | D | D | C | C | C | B | B | A |

| Tgl | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Pagi | B | A | A | A | D | D | C | C | B | B |
| Sore | C | B | B | B | A | A | D | D | C | C |
| Malam | D | C | C | C | B | B | A | A | D | D |
| Off | A | D | D | D | C | C | B | B | A | A |

(PT Chandra Asri, 2008)

Jadwal untuk tanggal selanjutnya berulang ke susunan awal.



Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan para karyawannya dan akan secara langsung mempengaruhi kelangsungan dan kemajuan perusahaan. Untuk itu kepada seluruh karyawan perusahaan dikenakan absensi. Disamping itu masalah absensi digunakan oleh pimpinan perusahaan sebagai salah satu dasar dalam mengembangkan karier para karyawan di dalam perusahaan. (Djoko, 2003)

5.5 Status Karyawan dan Sistem Upah

Pada pabrik ini sistem upah karyawan berbeda - beda tergantung pada status, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Menurut status karyawan dapat dibagi menjadi tiga golongan karyawan tetap, harian dan borongan.

5.5.1 Karyawan Tetap

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian, dan masa kerjanya.

5.5.2 Karyawan Harian

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

5.5.3 Karyawan Borongan

Yaitu karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan

5.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji



5.6.1. Penggolongan Jabatan

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1. Direktur Utama | : Sarjana Ekonomi/Teknik/Hukum |
| 2. Direktur Produksi | : Sarjana Teknik Kimia |
| 3. Direktur Keuangan dan Umum | : Sarjana Ekonomi |
| 4. Kepala Bagian Produksi | : Sarjana Teknik Kimia |
| 5. Kepala Bagian Teknik | : Sarjana Teknik Mesin |
| 6. Kepala Bagian Pemasaran | : Sarjana Teknik Kimia/Ekonomi |
| 7. Kepala Bagian Keuangan | : Sarjana Ekonomi |
| 8. Kepala Bagian Umum | : Sarjana Sosial |
| 9. Kepala Seksi | : Ahli Madya |
| 10. Operator | : STM/SLTA/SMU |
| 11. Sekretaris | : Akademi Sekretaris |
| 12. Dokter | : Sarjana Kedokteran |
| 13. Perawat | : Akademi Perawat |
| 14. Lain-lain | : SD/SMP/Sederajat |

5.6.2. Jumlah Karyawan dan Gaji

Jumlah karyawan harus ditentukan secara tepat sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselesaikan dengan baik dan efisien.

Tabel 5.2 Jumlah Karyawan menurut Jabatannya

| No | Jabatan | Jumlah |
|----|----------------------------|--------|
| 1 | Direktur Utama | 1 |
| 2 | Direktur Produksi | 1 |
| 3 | Direktur Keuangan dan Umum | 1 |



| | | |
|----|------------------------------------|---|
| 4 | Staff Ahli | 2 |
| 5 | Litbang | 2 |
| 6 | Sekretaris | 3 |
| 7 | Kepala Bagian Produksi | 1 |
| 8 | Kepala Bagian LITBANG | 1 |
| 9 | Kepala Bagian Teknik | 1 |
| 10 | Kepala Bagian Umum | 1 |
| 11 | Kepala Bagian Keuangan | 1 |
| 12 | Kepala Bagian Pemasaran | 1 |
| 13 | Kepala Seksi Proses | 1 |
| 14 | Kepala Seksi Pengendalian | 1 |
| 15 | Kepala Seksi Laboratorium | 1 |
| 16 | Kepala Seksi Safety & lingkungan | 1 |
| 17 | Kepala Seksi Pemeliharaan | 1 |
| 18 | Kepala Seksi Utilitas | 1 |
| 19 | Kepala Seksi Administrasi Keuangan | 1 |
| 20 | Kepala Seksi Keuangan | 1 |
| 21 | Kepala Seksi Pembelian | 1 |
| 22 | Kepala Seksi Personalia | 1 |
| 23 | Kepala Seksi Humas | 1 |
| 24 | Kepala Seksi Keamanan | 1 |
| 25 | Kepala Seksi Penjualan | 1 |



| | | |
|-------|---|-----|
| 26 | Kepala Seksi Pemasaran | 1 |
| 27 | Karyawan Proses | 40 |
| 28 | Karyawan Pengendalian | 10 |
| 29 | Karyawan Laboratorium | 8 |
| 30 | Karyawan Penjualan | 8 |
| 31 | Karyawan Pembelian | 6 |
| 32 | Karyawan Pemeliharaan | 10 |
| 33 | Karyawan Utilitas | 10 |
| 34 | Karyawan Administrasi | 5 |
| 35 | Karyawan Kas | 5 |
| 36 | Karyawan Personalia | 5 |
| 37 | Karyawan Humas | 5 |
| 38 | Karyawan Keamanan | 8 |
| 39 | Karyawan Pemasaran | 8 |
| 40 | Karyawan <i>Safety & Lingkungan</i> | 8 |
| 41 | Dokter | 2 |
| 42 | Perawat | 2 |
| 43 | Sopir | 4 |
| 44 | Pesuruh | 6 |
| TOTAL | | 180 |

Tabel 5.3 Perincian Golongan dan Gaji Karyawan



| Gol. | Jabatan | Gaji/Bulan | Kualifikasi |
|------|----------------|--|------------------------|
| I | Direktur Utama | Rp. 30.000.000,00 | S1 Pengalaman 10 tahun |
| II | Direktur | Rp. 20.000.000,00 | S1 Pengalaman 10 tahun |
| III | Staff Ahli | Rp. 10.000.000,00 | S1 pengalaman 5 tahun |
| IV | Litbang | Rp. 9.000.000,00 | S1 pengalaman |
| V | Kepala Bagian | Rp. 8.000.000,00 | S1/D3 pengalaman |
| VI | Kepala Seksi | Rp. 5.000.000,00 | S1/D3 pengalaman |
| VII | Sekretaris | Rp. 3.000.000,00 | S1/D3 pengalaman |
| VIII | Karyawan Biasa | Rp. 1.000.000,00 – Rp. 3.000.000,00 | SMP/SLTA/ D1/D3 |

5.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain:

1. Tunjangan

- Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan
- Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan
- Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja

2. Cuti



Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun. Cuti sakit diberikan pada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan Dokter.

3. Pakaian Kerja

Pakaian kerja diberikan pada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya

4. Pengobatan

Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kerja ditanggung oleh perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku
Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan

5. Asuransi Tenaga Kerja

Asuransi tenaga kerja diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawan lebih dari 10 orang atau dengan gaji karyawan lebih besar dari Rp. 1.000.000,00 per bulan.

BAB VI

ANALISA EKONOMI

Pada perancangan pabrik *hexamine* ini dilakukan evaluasi atau penilaian investasi dengan maksud untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang menguntungkan atau tidak. Komponen terpenting dari perancangan ini adalah estimasi harga alat – alat, karena harga ini dipakai sebagai dasar untuk estimasi



analisa ekonomi. Analisa ekonomi dipakai untuk mendapatkan perkiraan/ estimasi tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan, dan terjadinya titik impas. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak jika didirikan.

6.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan proses tiap alat tergantung pada kondisi ekonomi yang sedang terjadi. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangat sulit sehingga diperlukan suatu metoda atau cara untuk memperkirakan harga suatu alat dari data peralatan serupa tahun-tahun sebelumnya. Penentuan harga peralatan dilakukan dengan menggunakan data indeks harga.

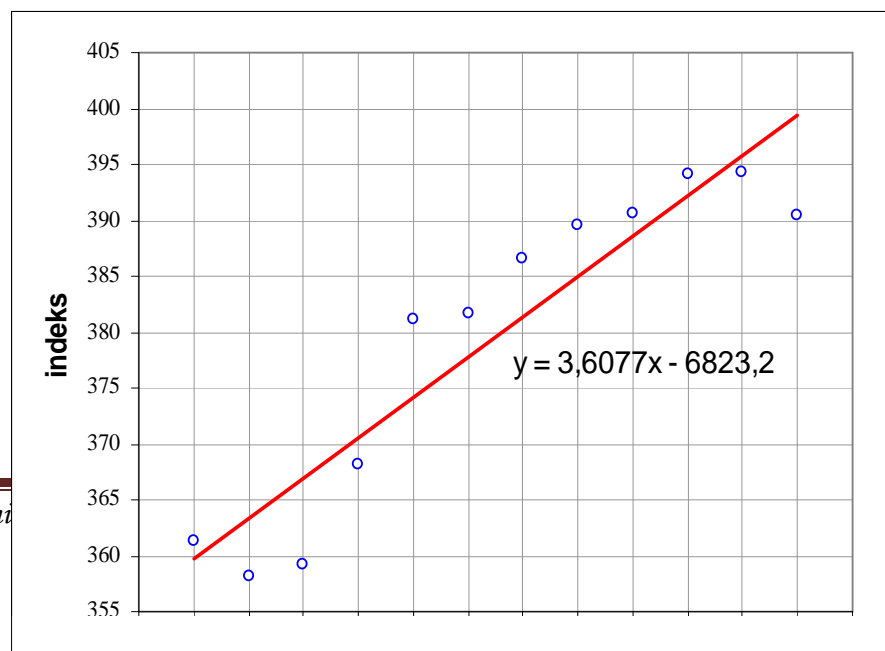
Tabel 6.1 Indeks Harga Alat

| <i>Cost Index</i> tahun | <i>Chemical Engineering Plant Index</i> |
|-------------------------|---|
| 1991 | 361,3 |
| 1992 | 358,2 |
| 1993 | 359,2 |
| 1994 | 368,1 |



| | |
|------|-------|
| 1995 | 381,1 |
| 1996 | 381,7 |
| 1997 | 386,5 |
| 1998 | 389,5 |
| 1999 | 390,6 |
| 2000 | 394,1 |
| 2001 | 394,3 |
| 2002 | 390,4 |

(Peters & Timmerhaus, 2003)





Gambar 6.1 Chemical Engineering Cost Index

Dengan asumsi kenaikan indeks linear, maka dapat diturunkan persamaan *least square* sehingga didapatkan persamaan berikut:

$$Y = 3.6077 X - 6823.2$$

Tahun 2013 adalah tahun ke 23, sehingga indeks tahun 2013 adalah 439,13.

Harga alat diperkirakan pada tahun evaluasi (2013) dan dilihat dari grafik pada referensi. Untuk mengestimasi harga alat tersebut pada masa sekarang digunakan persamaan :

$$Ex = Ey \cdot \frac{Nx}{Ny}$$

Ex = Harga pembelian pada tahun 2013

Ey = Harga pembelian pada tahun 2007

Nx = Indeks harga pada tahun 2013

Ny = Indeks harga pada tahun 2007

(Peters & Timmerhaus, 2003)

6.2 Dasar Perhitungan

| | | |
|--------------------|---|------------------|
| Kapasitas produksi | : | 25.000 ton/tahun |
| Satu tahun operasi | : | 330 hari |
| Pabrik didirikan | : | 2015 |



| | | |
|------------------------------|---|------------------|
| Harga bahan baku formalin | : | US \$ 0,3363/ kg |
| Harga bahan baku ammonia | : | US \$ 0,3863/ kg |
| Harga produk <i>hexamine</i> | : | US \$ 1,06/ kg |

6.3 Penentuan *Total Capital Investment* (TCI)

Asumsi-asumsi dan ketentuan yang digunakan dalam analisa ekonomi :

1. Pengoperasian pabrik dimulai tahun 2015. Proses yang dijalankan adalah proses kontinyu
2. Kapasitas produksi adalah 25.000 ton/tahun
3. Jumlah hari kerja adalah 330 hari per tahun
4. *Shut down* pabrik dilaksanakan selama 35 hari dalam satu tahun untuk perbaikan alat-alat pabrik
5. Modal kerja yang diperhitungkan selama 1 bulan
6. Umur alat - alat pabrik diperkirakan 10 tahun.
7. Nilai rongsokan (*Salvage Value*) adalah nol
8. Situasi pasar, biaya dan lain - lain diperkirakan stabil selama pabrik beroperasi
9. Upah buruh asing US \$ 20 per *manhour*
10. Upah buruh lokal Rp. 7.500,00 per *manhour*
11. Satu *manhour* asing = 2 *manhour* Indonesia
12. Kurs rupiah yang dipakai Rp. 10.000,00



6.4 Hasil Perhitungan

6.4.1 Fixed Capital Investment (FCI)

Tabel 6.2 Fixed Capital Investment

| No | Jenis | US \$ | Rp. | Total Rp. |
|----|---------------------------|-----------|-------------|----------------|
| 1. | Harga pembelian peralatan | 1.106.607 | 0 | 11.066.069.249 |
| 2. | Instalasi alat-alat | 125.615 | 227.303.044 | 1.483.451.445 |
| 3. | Pemipaan | 209.358 | 112.156.107 | 2.205.736.776 |



| | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|
| 4. | Instrumentasi | 242.257 | 42.619.321 | 2.465.191.237 |
| 5. | Isolasi | 29.908 | 37.385.369 | 336.468.322 |
| 6. | Listrik | 99.694 | 37.385.369 | 1.034.328.545 |
| 7. | Bangunan | 299.083 | 0 | 2.990.829.527 |
| 8. | Tanah & Perbaikan lahan | 129.603 | 18.000.000.000 | 19.296.026.128 |
| 9. | Utilitas | 1.655.025 | 0 | 16.550.250.712 |
| Physical Plant Cost | | 3.897.150 | 18.456.849.210 | 57.428.351.941 |
| 10. | Engineering & Construction | 779.430 | 3.691.369.842 | 11.485.670.388 |
| Direct Plant Cost | | 4.676.580 | 22.148.219.052 | 68.914.022.329 |
| 11. | Contractor's fee | 233.829 | 1.107.410.953 | 3.445.701.116 |
| 12. | Contingency | 701.487 | 3.322.232.858 | 10.337.103.349 |
| Fixed Capital Investment (FCI) | | 5.611.896 | 26.577.862.863 | 82.696.826.795 |

6.4.2 Working Capital Investment (WCI)

Tabel 6.3 *Working Capital Investment*

| No. | Jenis | US \$ | Rp. | Total Rp. |
|-----|-------------------------------|-----------|---------------|----------------|
| 1. | Persediaan bahan baku | 2.945.081 | 0 | 29.450.806.410 |
| 2. | Persediaan bahan dalam proses | 5.795 | 5.878.393 | 63.823.749 |
| 3. | Persediaan Produk | 1.274.798 | 1.293.246.380 | 14.041.224.751 |



| | | | | |
|---|------------------------|------------------|----------------------|-----------------------|
| 4. | <i>Extended Credit</i> | 2.211.414 | 0 | 22.114.135.933 |
| 5. | <i>Available Cash</i> | 1.274.798 | 1.293.246.380 | 14.041.224.751 |
| Working Capital Investment (WCI) | | 7.711.884 | 2.592.371.153 | 79.711.215.593 |

6.4.3 Total Capital Investment (TCI)

$$TCI = FCI + WCI = \text{Rp } 162.408.042.388$$

6.4.4 Direct Manufacturing Cost (DMC)

Tabel 6.4 Direct Manufacturing Cost

| No. | Jenis | US \$ | Rp. | Total Rp. |
|----------------------------------|-----------------------------|------------------|----------------------|-----------------------|
| 1. | Harga Bahan Baku | 2.945.081 | 0 | 29.450.806.410 |
| 2. | Gaji Pegawai | 0 | 2.952.000.000 | 2.952.000.000 |
| 3. | Supervisi | 0 | 2.064.000.000 | 2.064.000.000 |
| 4. | <i>Maintenance</i> | 392.833 | 1.860.450.400 | 5.788.777.876 |
| 5. | <i>Plant Supplies</i> | 58.925 | 279.067.560 | 868.316.681 |
| 6. | <i>Royalty & Patent</i> | 1.326.848 | 0 | 13.268.481.560 |
| 7. | Utilitas | 500.285 | 1.661.116.428 | 6.700.000.000 |
| Direct Manufacturing Cost | | 5.223.971 | 8.816.634.389 | 61.056.348.965 |

6.4.5 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

Tabel 6.5 Indirect Manufacturing Cost

| No. | Jenis | US \$ | Rp. | Total Rp. |
|-----|-------|-------|-----|-----------|
|-----|-------|-------|-----|-----------|



| | | | | |
|---|-------------------------|------------------|----------------------|-----------------------|
| 1. | <i>Payroll Overhead</i> | 0 | 590.400.000 | 590.400.000 |
| 2. | <i>Laboratory</i> | 0 | 442.800.000 | 442.800.000 |
| 3. | <i>Plant Overhead</i> | 0 | 2.214.000.000 | 2.214.000.000 |
| 4. | <i>Packaging</i> | 9.287.937 | 0 | 92.879.370.920 |
| <i>Indirect Manufacturing Cost</i> | | 9.287.937 | 3.247.200.000 | 96.126.570.920 |

6.4.6 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

Tabel 6.6 Fixed Manufacturing Cost

| No. | Jenis | US \$ | Rp. | Total Rp. |
|--|---------------------|----------------|----------------------|-----------------------|
| 1. | Depresiasi | 561.190 | 2.657.786.286 | 8.269.682.679 |
| 2. | <i>Property Tax</i> | 112.238 | 531.557.257 | 1.653.936.536 |
| 3. | Asuransi | 112.238 | 265.778.629 | 1.388.157.907 |
| <i>Fixed Manufacturing Cost</i> | | 785.665 | 3.455.122.172 | 11.311.777.123 |

6.4.7 Total Manufacturing Cost (TMC)

$$\text{TMC} = \text{DMC} + \text{IMC} + \text{FMC}$$

$$= \text{Rp. } 168.494.697.007$$

6.4.8 General Expense (GE)

Tabel 6.7 General Expense

| No. | Jenis | US \$ | Rp. | Total Rp. |
|-----|-------|-------|-----|-----------|
|-----|-------|-------|-----|-----------|



| | | | | |
|-----------------------------|--------------|-----------|---------------|----------------|
| 1. | Administrasi | 0 | 3.655.000.000 | 3.655.000.000 |
| 2. | Sales | 3.449.805 | 0 | 34.498.052.056 |
| 3. | Research | 796.109 | 0 | 7.961.088.936 |
| 4. | Finance | 718.689 | 858.874.408 | 8.045.761.839 |
| General Expense (GE) | | 4.964.603 | 4.513.874.408 | 54.159.902.831 |

6.4.9 Total Production Cost (TPC)

$$\text{TPC} = \text{TMC} + \text{GE} = \text{Rp. } 222.654.599.839$$

6.4.10 Perhitungan Keuntungan Produksi

$$\text{Hasil penjualan total} = \text{US \$ } 26.536.963$$

$$= \text{Rp. } 265.369.631.201$$

$$\text{Keuntungan} = \text{Penjualan Produk} - \text{Biaya Produksi}$$

$$= \text{Rp. } 265.369.631.201 - \text{Rp } 222.654.599.839$$

$$= \text{Rp } 42.715.031.362$$

$$\text{Pajak} = 25 \% \text{ dari keuntungan} \quad (\text{Dirjen Pajak, 2010})$$

$$= \text{Rp } 10.678.757.840$$

$$\text{Keuntungan sebelum pajak} = \text{Rp } 42.715.031.362$$

$$\text{Keuntungan setelah pajak} = \text{Rp } 42.715.031.362 - \text{Rp } 10.678.757.840$$

$$= \text{Rp } 32.036.273.521$$

$$\text{Profit on Sales} = \frac{\text{Profit}}{\text{Harga jual produk}} \times 100\%$$

$$= \frac{42.715.031.362}{265.369.631.201} \times 100\%$$



$$= 16,0964 \%$$

6.5 Analisa Kelayakan

6.5.1 Percent Return On Investment (% ROI)

Yaitu rasio keuntungan tahunan dengan mengukur kemampuan perusahaan dalam mengembalikan modal investasi.

ROI membandingkan laba rata-rata terhadap *Fixed Capital Investment*.

$$P_{rb} = \frac{P_{bra}}{I_F}$$

$$P_{ra} = \frac{P_{ara}}{I_F}$$

P_{rb} = % ROI sebelum pajak

P_{ra} = % ROI setelah pajak

P_b = Keuntungan sebelum pajak

P_a = Keuntungan setelah pajak

r_a = *Annual production rate*

I_F = *Fixed Capital Investment*

(Aries & Newton, 1955)

Untuk industri dengan resiko rendah, ROI setelah pajak = 11 %

(Aries & Newton, 1955)

$$\text{ROI sebelum pajak} = \frac{42.715.031.362}{82.696.826.795} \times 100\%$$

$$= 51,65 \%$$

$$\text{ROI setelah pajak} = \frac{32.036.273.521}{82.696.826.795} \times 100\%$$

$$= 38,74 \%$$



6.5.2 Pay Out Time

Yaitu jumlah tahun yang diperlukan untuk mengembalikan *Fixed Capital Investment* berdasarkan *profit* yang diperoleh.

$$D = \frac{I_F}{Pb \text{ ra} + 0,11 I_F}$$

Untuk industri kimia dengan resiko rendah *max accetable* POT = 5 tahun.

(Aries & Newton, 1955)

$$\begin{aligned} \text{POT sebelum pajak} &= \frac{82.696.826.795}{42.715.031.362 + 8.269.682.679} \\ &= 1,62 \text{ tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{POT setelah pajak} &= \frac{82.696.826.795}{32.036.273.521 + 8.269.682.679} \\ &= 2,05 \text{ tahun} \end{aligned}$$

6.5.3 Break Even Point (BEP)

Yaitu titik impas, besarnya kapasitas produksi dapat menutupi biaya keseluruhan, dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan namun tidak menderita kerugian.

$$r_a = \frac{(F_a + 0,3R_a)Z}{S_a - V_a - 0,7R_a}$$

Ra = Annual Production Rate

Fa = Annual fixed expense at max production



R_a = Annual regulated expense at max production

S_a = Annual sales value at max production

V_a = Annual variable expense at max production

Z = Annual max production

(Peter & Timmerhaus, 2003)

a. Fixed Manufacturing Cost (F_a)

F_a = Rp 11.311.777.123

b. Variable Cost (V_a)

Raw material = Rp 29.450.806.410

Packaging + transport = Rp 92.879.370.920

Utilitas = Rp 6.663.966.438

Royalti = Rp 13.268.481.560

V_a = Rp 142.262.625.328

c. Regulated Cost (R_a)

Labor = Rp 2.952.000.000

Supervisi = Rp 2.064.000.000

Payroll Overhead = Rp 590.400.000

Plant overhead = Rp 2.214.000.000

Laboratorium = Rp 442.800.000

General Expense = Rp 54.159.902.831

Maintenance = Rp 5.788.777.876

Plant Supplies = Rp 868.316.681



$$Ra = Rp \quad 69.080.197.388$$

d. Penjualan (Sa)

Total penjualan produk selama 1 tahun

$$Sa = Rp \quad 265.369.631.201$$

$$BEP = \frac{(Rp \, 11.311.777.123 + 0,3 * Rp \, 69.080.197.388) * 100\%}{Rp \, 265.369.631.201 - Rp \, 142.262.625.328 - 0,7 * Rp \, 69.080.197.388}$$
$$= 42,86 \%$$

6.5.4 Shutdown Point (SDP)

Yaitu suatu titik dimana pabrik mengalami kerugian sebesar *Fixed cost* yang menyebabkan pabrik harus tutup.

$$SDP = \frac{0,3 R_a Z}{S_a - V_a - 0,7 R_a} \quad (\text{Peters \& Timmerhause, 2003})$$

$$SDP = \frac{0,3 * Rp \, 69.080.197.388 * 100\%}{Rp \, 265.369.631.201 - Rp \, 142.262.625.328 - 0,7 * Rp \, 69.080.197.388}$$
$$= 27,72 \%$$

6.5.5 Discounted Cash Flow (DCF)

Discounted Cash Flow adalah *interest rate* yang diperoleh ketika seluruh modal yang ada digunakan semuanya untuk proses produksi. DCF dari suatu pabrik dinilai menguntungkan jika melebihi satu setengah kali bunga pinjaman bank. DCF(i) dapat dihitung dengan metode *Present Value Analysis*.

Present Value Analysis :



$$(FC+WC) = \frac{C}{1+i} + \frac{C}{(1+i)^2} + \frac{C}{(1+i)^3} + \dots + \frac{C}{(1+i)^n} + \frac{WC}{(1+i)^n} + \frac{SV}{(1+i)^n}$$

Future Value Analysis :

$$(FCI + WC) (1 + i)^n = Wc + Sv + C \{ (1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + \dots + (1+i) + 1 \}$$

dengan *trial solution* diperoleh nilai $i = \%$.

(Peters & Timmerhause, 2003)

Future Value Analysis :

Persamaan :

$$(FCI + WC) (1 + i)^n = Wc + Sv + C \{ (1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + \dots + (1+i) + 1 \}$$

dimana :

FC = Rp 82.696.826.795

WC = Rp 79.711.215.593

SV = *salvage value* = nilai barang rongsokan = Rp 0

Diperkirakan umur pabrik (n) = 10

C = laba setelah pajak + besarnya depresiasi = Rp 48.351.718.040

Dilakukan *trial and error* diperoleh nilai $i = 0,2848$

= 28,48 %

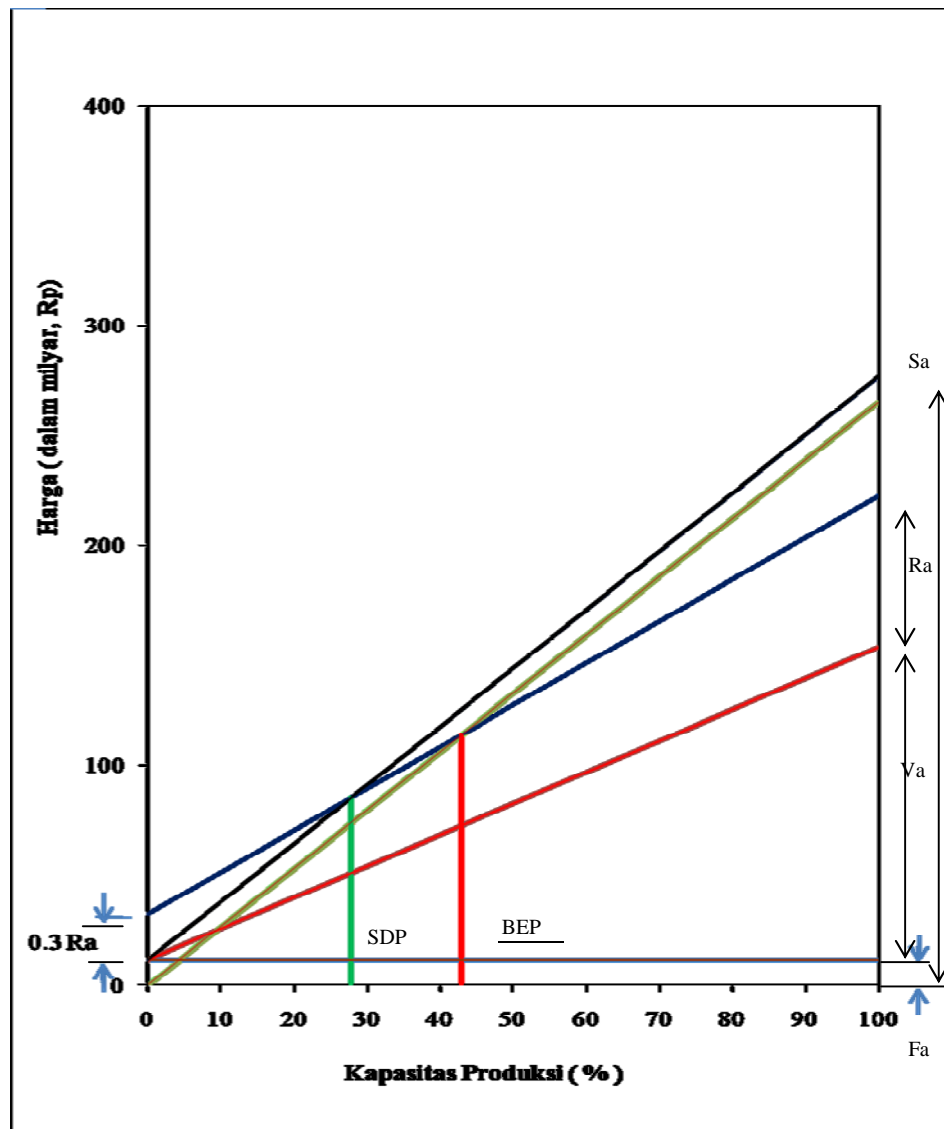
Tabel 6.8 Analisis Kelayakan

| No. | Keterangan | Perhitungan | Batasan |
|-----|--|-------------|----------|
| 1. | <i>Percent Return On Investment (%ROI)</i> | | |
| | ROI sebelum pajak | 51,65 % | min 11 % |
| | ROI setelah pajak | 38,74 % | |
| 2. | <i>Pay Out Time (POT)</i> | | |



| | | | |
|----|-----------------------------------|------------|---|
| | POT sebelum pajak | 1,62 tahun | max 5 tahun |
| | POT setelah pajak | 2,05 tahun | |
| 3. | <i>Break Even Point</i> (BEP) | 42,86 % | 40 – 60 % |
| 4. | <i>Shut Down Point</i> (SDP) | 27,72 % | |
| 5. | <i>Discounted Cash Flow</i> (DCF) | 24,48 % | 13 % (Bunga Pinjaman Bank di Indonesia) |

Grafik hasil analisa ekonomi dapat digambarkan sebagai berikut :



Keterangan gambar :

Fa : Fixed Expense

Ra : Regulated Expense

Sa : Sales

Va : Variable Expense

Gambar 6.2 Grafik Analisa Kelayakan

6.6 Pembahasan



Dari hasil analisa ekonomi diperoleh nilai BEP berada pada batas minimum yang diijinkan. Jika ditinjau dari harga penafsiran peralatan yang relatif cukup besar, seharusnya nilai BEP akan cenderung berada pada batasan maksimum (60% ke atas). Namun demikian dari perhitungan yang dilakukan, nilai BEP juga dipengaruhi oleh harga jual produk yang besar dari harga bahan baku, sehingga jika selisihnya makin besar maka nilai BEP juga akan semakin rendah. Sebaliknya nilai ROI akan semakin tinggi seiring penurunan nilai BEP.

Jika dilihat dari nilai POT maka pabrik telah sesuai dengan batas toleransi yaitu kurang dari 5 tahun.

6.7 Kesimpulan

Dari analisa ekonomi yang dilakukan dapat dihitung :

1. *Percent Return On Investment* (ROI) setelah pajak sebesar 38,74%
2. *Pay Out Time* (POT) setelah pajak selama 2.05 tahun
3. *Break Event Point* (BEP) sebesar 42,86 %
4. *Shut Down Point* (SDP) sebesar 27,72 %
5. *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 28,48 %

Jadi, Pabrik *Hexamine* dari Ammonia dan Formalin dengan kapasitas 25.000 ton/tahun layak untuk didirikan.



DAFTAR PUSTAKA

- Adam, 2010, *Precision Weighing Balances*, www.moisture-balances.com, USA
- Anonim, 2009, *Formalin (HCHO dan CH₃OH dalam Air)*, www.brederkoi.com, Indonesia
- Anonim, 2010, *Suppliers, Factories, and Manufacturers of Hexamine*, www.europe-bloomiz.com, Eropa
- Aries, R.S. and Newton, R.D., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, McGraw Hill International Book Company, New York
- Badan Pusat Statistik, 2008, *Statistic Indonesia*, www.bps.go.id, Indonesia
- Datrow, B.L., and Clark, C.M., 2008, *X-ray Powder Diffraction (XRD)*, www.serc.carleton.edu, USA
- Dirjen Pajak, 2010, *Tarif Pajak Usaha Besar dan Kecil*, www.pajakonline.com, Indonesia
- Djoko, P., 2003, *Komunikasi Bisnis*, edisi 2, Erlangga, Jakarta
- European Patent Office, no. 0468353b “*Continuous Production of Hexamethylenetetramine*”
- Faith, W.L., and Keyes, 1957, *Industrial Chemical*, 2nd ed, John Wiley and Sons Inc. New York
- Geankoplis, C.J., 2003, *Transport Processes and Unit Operation*, 4th ed., Prentice-Hall International Tokyo
- Gupta, R.K., 1987, *Industrial Chemical Handbook*, Small Business Publication, Roop Nagar, Delhi, India



- Itcenter, 2009, *Pengaturan Jadwal Kerja Shift (3 Shift) untuk 4 Regu*,
www.itcenter.or.id, Indonesia
- Jinan Xiangrui Chemical Co., Ltd, 2009, *Jinan Xiangrui Chemical Auxiliary
Agent Factory*, www.jinanxiangrui.com, China
- Kirk, R.E., and Othmer, D.F., 1998, *Encyclopedia of Chemical Technology*, 4th
ed., John Wiley and Sons, Singapore
- Kent, J.A., 1974, *Riegel's Handbook of Industrial Chemistry*, 7th edition, Litton
Educational Publishing, Inc., USA
- Kermode, R.I. and Stevens, W.F., 1965, *Canadian Journal Chemical
Engineering*, vol 43, no 63
- Perry, R.H., and Green, D.W., 1950, *Chemical Engineer's Handbook* 6th ed.,
McGraw Hill Book Company., Tokyo
- Peter M.S., and Timmerhaus, K.D., West, R.E., 2003, *Plant Design and Economics
for Chemicals Engineering*, 5th ed., McGraw Hill Book Co., New York
- Powell, S.T., 1954, *Water Conditioning For Industry*, McGraw Hill Book
Company, Inc., Tokyo
- PT Intan Wijaya Internasional Tbk, 2009, *Hexamine*, www.isx.co.id, Indonesia
- PT Korindo Abadi, 2009, *Affiliated Companies*, www.korindo-abadi.co.id,
Indonesia
- PT Pupuk Sriwidjaja, 2009, *Pusri Keluarga Petani*, www.pusri.co.id, Indonesia
- Smith, J.M. and Van Ness, H.H., 1975, *Introduction to Chemical Engineering
Thermodynamics*, 3th edition, McGraw Hill International Book Co., Tokyo



Vilbant, F.C., and Dryden, C.E., 1959, *Chemical Engineering Plant Design*, Mc

Graw Hill Book Company, Japan

Wahyu, 2010, *Proses Pengolahan Air*, www.zeofilt.wordpress.com, Indonesia

Widjaya, G., dan Yani, A., 2003, *Perseroan Terbatas*, Raja Grafindo Persada,

Jakarta

Wikipedia, 2010, *Cyclonite*, www.wikipedia.org, USA

Yaws, C.L., 1999, *Chemical Properties Handbook*, Mc Graw Hill Book Co., New

York

Zamani, 1998, *Manajemen*, Badan Penerbit IPWI, Jakarta